

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TPM A UNA PLANTA
DE AGUA PARA MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS**

JUAN DAVID ECHEVERRY PALOMINO

MANUEL RICARDO GARCÍA ÁNGEL

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ

2015

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TPM A UNA PLANTA
DE AGUA PARA MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS**

JUAN DAVID ECHEVERRY PALOMINO

MANUEL RICADO GARCÍA ÁNGEL

**Proyecto de investigación para optar al título de Especialistas En Gerencia
de Mantenimiento**

Director:

Esp. Ing. NELSÓN DARÍO ROJAS GÓNZÁLEZ

Especialista En Gerencia De Mantenimiento

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ

2015

PÁGINA DE JURADOS

Nota de aceptación

Presidente del Jurado:

Jurado:

Jurado:

Bogotá, Abril de 2015

DEDICATORIAS

El presente proyecto lo dedico a mi familia que gracias a su apoyo y colaboración ayudan a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

Juan David Echeverry Palomino

El presente proyecto lo dedico a mis padres, hermanos, y esposa que siempre me apoyan y me dan ánimo para cumplir mis metas.

Manuel Ricardo García Ángel

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a mis profesores quienes siempre me han acompañado en mi vida estudiantil, en especial a mi asesor de proyecto quien me ha dado apoyo y me ha ayudado a formar profesionalmente.

Juan David Echeverry Palomino

Doy gracias a mis padres quienes siempre me han acompañado y han aportado para realizar mis metas profesionales y personales, a mis compañeros de clases y trabajo, quienes me apoyaron durante la especialización.

Manuel Ricardo García Ángel

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	20
RESUMEN	21
ABSTRACT.....	22
GLOSARIO	25
MANTENIMIENTO.....	25
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	25
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	25
CONFIABILIDAD	25
FIABILIDAD	25
COSTO	25
TPM.....	26
HEMODIÁLISIS	26
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	28
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	28
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	28
2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	28
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	30
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	31
4.1 JUSTIFICACIÓN	31
4.2 DELIMITACIÓN.....	32
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
5.1 MARCO TEÓRICO	33
5.2 ESTADO DEL ARTE.....	57
5.2.1. ESTADO DEL ARTE LOCAL.....	57
5.2.2. ESTADO DEL ARTE NACIONAL.....	60
5.2.3. ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL.....	62
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	65
7. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	66
7.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	66
7.2 ANÁLISIS DE DATOS	66
7.3 DESARROLLO	69

6S	73
MATRIZ DE HABILIDAD ILUO	76
MATRIZ MODO FALLA COMPONENTE	77
8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	80
8.1. FUENTES PRIMARIAS.....	80
8.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	80
9. COSTOS	81
9.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO HERRAMIENTAS DE TPM APLICADAS A UNA PLANTA DE AGUA PARA MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS	81
9.2. RETORNO DE LA INVERSIÓN	83
10. CONCLUSIONES	84
11 RECOMENDACIONES.....	85
12 CIBERGRAFIA	86
13. BIBLIOGRAFÍA	90

TABLA DE GRAFICAS E ILUSTRACIONES

GRAFICA 1 FALLA PLANTA DE AGUA 2014	66
GRAFICA 2 FALLAS TANQUE DE CARBONO	67
GRAFICA 3 FALLAS FILTRO PRIMARIO 5 MICRAS	67
GRAFICA 4 FALLAS TANQUE SUAVIZADOR	68
GRAFICA 5 FALLAS PANEL DE CONTROL	68
ILUSTRACION 1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA.....	69
ILUSTRACION 2 MANÓMETRO DE PRESIÓN.....	69
ILUSTRACION 3 PUERTOS DE MUESTRAS.....	70
ILUSTRACION 4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	73
ILUSTRACION 5 REACTIVOS PARA LAS PRUEBAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS	73
ILUSTRACION 6 REACTIVOS PARA LAS PRUEBAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS	73
ILUSTRACION 7 HERRAMIENTAS DEL ÁREA	74
ILUSTRACION 8 HERRAMIENTAS DEL ÁREA	74
ILUSTRACION 9 ELEMENTOS DE SEGURIDAD	75

TABLA DE TABLAS

TABLA 1 ESTRUCTURA DE LOS SERVICIOS DE SALUD.....	34
TABLA 2 TIPO DE INVESTIGACIÓN TOMADO DE LA GUÍA METODOLÓGICA ECCI.....	65
TABLA 3 ILUO.	76
TABLA 4 MATRIZ MODO FALLA COMPONENTE.	77

INTRODUCCIÓN

TPM como herramienta de éxito en la industria y la salud es uno de los factores que hace la diferencia en producir o no producir, atender aplazar o remitir pacientes. Hacer paradas de plantas in-necesarias prolongadas y no planeadas por no tener repuestos, herramientas o simplemente porque el personal no conoce o está capacitado en la tecnología, tanto los operarios como los ingenieros de mantenimiento son factores de éxito en las líneas de producción ¿Cuánto sabemos de lo que hacemos y si lo sabemos lo hacemos bien?

Por cuestiones de economía muchas de las empresas en nuestro país cuentan con lo suficiente para suplir sus necesidades mas no con lo requerido para cubrir incidentes o paradas de planta no programadas, No es malo es solo el modelo económico que tomamos por necesidad.

En países en vía de desarrollo como el nuestro donde esperamos que las cosas nunca fallen el mejor modelo de trabajo para mantenimiento es TPM con la implementación de cada uno de sus pilares podemos lograr que los operarios puedan entender y atender pequeños incidentes, medir cuando se requieren servicios más especializados y estandarizar si se requiere paradas de planta programadas

Al implementando las herramientas de 6S (Organizar, Situar, Limpiar, Estandarizar, Disciplina y seguridad) e ILUO (proceso de formación continua) podemos las necesidades técnicas básicas en una línea de producción o en un centro de salud o

En el caso de los centros de salud de diálisis ambulatoria o los centros de servicio técnico donde solo se cuenta con una planta de tratamiento de agua que alimenta

a las máquinas de hemodiálisis la planta no puede detenerse, porque en algunos de estos lugares trabajan 24 horas, 7 días a la semana siendo este el equipo más importante en la línea de tratamiento de agua.

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TPM A UNA PLANTA DE AGUA PARA MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS

AUTOR (ES): Juan David Echeverry, Manuel Ricardo García Angel

PALABRAS CLAVES:

TPM

ILUO

6S

Mantenimiento

Herramientas

Pacientes

Hemodiálisis

CONTENIDO:

Este proyecto contiene una propuesta que contribuyen al desarrollo de las labores para la gestión de activos en el mantenimiento, en este caso para la planta de agua de la bodega de servicio técnico ubicada en Bogotá que alimenta las máquinas de hemodiálisis.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF TOOLS TPM A WATER PLANT hemodialysis machine

AUTHOR (S): Juan David Echeverry, Manuel Ricardo Garcia Angel

KEYWORDS:

TPM

ILUO

6S

Maintenance

Tools

Patients

hemodialysis

CONTENT:

This project contains a proposal that contribute to the development of the work for asset management in maintenance, in this case for the water plant winery located in Bogotá service that feeds hemodialysis machines.

Laboratorios Baxter S.A.
Transversal 23 No. 97 - 73 piso 6
Edificio City Business
Bogotá D.C - Colombia

PBX 5883000
Línea 018000939595

Baxter

Bogotá D.C. Mayo 22 de 2015

Doctor:
SERGIO SEGUNDO MARTINEZ
Universidad ECCI
Ciudad

Respetado Doctor:

Por medio de la presente me permito informar que Laboratorios Baxter S.A. identificado con NIT 890300292-0, autoriza a los Ingenieros Juan David Echeverry Palomino con cedula de ciudadanía No 1.015.422.997 de Bogotá y Manuel Ricardo Garcia Angel con cedula de ciudadanía 80.162.363 de Bogotá estudiantes de la especialización en GERENCIA DE MANTENIMIENTO módulo 2. Para realizar el proyecto "PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TPM A UNA PLANTA DE AGUA PARA MAQUINA DE HEMODIALISIS" en las instalaciones de servicio técnico.

Cordialmente,


CATALINA JURADO MUÑOZ
Depot Manager Technical Service



Ilustración 1. Carta de apoyo de la empresa tomada por los autores

GLOSARIO

Mantenimiento

Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos

Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos

Confiabilidad

Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.

Fiabilidad

Probabilidad de buen funcionamiento de algo

Costo

es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio

Mantenibilidad

La facilidad con la que un sistema, máquina o componente puede ser modificado para corregir fallos, mejorar su funcionamiento u otros atributos o adaptarse a cambios en el entorno.

TPM

Mantenimiento productivo total

Hemodiálisis

Terapia que se les realiza a los pacientes con insuficiencia renal

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE TPM A UNA
PLANTA DE AGUA PARA MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad las plantas de agua de osmosis inversa tienen que cumplir unos altos controles de calidad tanto químicos como biológicos, que requieren las máquinas de hemodiálisis para su buen funcionamiento, la falla en alguno de estos controles pueden generar la contaminación de un equipo, la parada total de la planta de agua o la muerte de un paciente.

Cuando se detectan estas fallas en el alistamiento de una máquina de hemodiálisis en el centro de servicio puede ocasionar retrasos, reproceso, o devoluciones de producto (máquinas de hemodiálisis) ya terminado generando inconformismos tanto legales como económicos para la empresa.

Lo anterior debido a que no se tiene un plan para la gestión del mantenimiento de la planta de agua de osmosis inversa que posee la empresa en el centro de servicio técnico.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad a la planta de agua no se le ha dado el seguimiento y soporte que se merece, es una área que se ha usado como almacén de objetos que otros departamentos no necesitan, hay espacios de difícil acceso para prestar servicio, no hay personal capacitado para dar un soporte técnico inmediato y no cuenta con un plan ni cronograma de mantenimiento. ¿Teniendo en cuenta lo anterior, las herramientas de TPM serán las necesarias para asegurar el buen funcionamiento de la planta?

2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál de las herramientas de TPM nos ayuda a mantener el orden y la limpieza en el área en donde se realizan las labores de mantenimiento?

¿Qué herramienta de TPM será la indicada para poder identificar las competencias de cada uno de los ingenieros y que ellos puedan realizar el mantenimiento sin inconvenientes disminuyendo los correctivos y bajando los costos por reparaciones innecesarias?

¿Se requiere tener una herramienta para identificar las fallas que pueda llegar a tener la planta de agua para saber del porqué de las fallas?

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una estrategia de mejora continua con la aplicación de 6S e ILUO como herramientas de TPM, mejorando los estándares de calidad de la planta de agua de osmosis inversa del centro de servicio técnico en Bogotá.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir, y Diseñar la metodología de 6S en el área en donde se encuentra ubicada la planta de agua de osmosis inversa para contribuir con el desarrollo del mantenimiento.
- Realizar la matriz ILUO para identificar los conocimientos que poseen los técnicos.
- Proponer matriz de modo falla componente.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 JUSTIFICACIÓN

La alta calidad microbiológica y química del agua para las terapias de hemodiálisis y el buen funcionamiento de los equipos en los pacientes con enfermedades renal crónica es de vital importancia, ya que el daño de un equipo, infección o muerte de un paciente puede recaer toda sobre el personal de servicio técnico.

Todo lo anterior sucede porque la sangre se pone en contacto con agua tratada por la planta a través de una membrana semi-permeable, Y posteriormente la sangre es infundida por la máquina en todo el cuerpo. Es importante realizar el proyecto ya que de no realizar el mantenimiento por personal capacitado, con un estándar de calidad a la planta de tratamiento de agua no se podrían validar las maquinas a las que se les hacen pruebas de funcionamiento en el servicio técnico, puesto que pondrían en riesgo la terapia de hemodiálisis generando molestias en los pacientes y por ende una recuperación más lenta. Además realizando el proyecto se identificarán conceptos para la futura implementación de TPM en la empresa obteniendo herramientas y habilidades. De igual manera dichas herramientas servirán o se podrán implementar en otros equipos que maneja la empresa.

Es de suma importancia mantener un plan de mantenimiento en las plantas de agua para asegurar la calidad del agua ya que de no ser así se estaría incumpliendo con los niveles aceptados de contaminantes en el agua según la norma colombiana regida a través del ministerio de salud y la protección social y en su nombre la secretaria de salud mediante la resolución 1441 de 2013 quien define que La hemodiálisis, puede ser realizada en una IPS (Unidad de diálisis). Pero deben garantizar, que el agua con la cual se realiza la terapia, reciba un tratamiento previo adecuado y de ninguna manera se debe realizar la terapia con fuentes de agua cuya característica sea únicamente potable. El no cumplir con estas características acarrearía sanciones de carácter monetario y legal poniendo en riesgo el buen nombre de la empresa teniendo en cuenta que es compromiso por parte de la empresa y sus funcionarios el mantener y

salvar vidas, crear conciencia de que la salud y bienestar es lo más importante en toda sociedad, mejorando la calidad de vida de los pacientes.

4.2 DELIMITACIÓN

El diseño del proyecto está dado y delimitado por la resolución 1441 de 2013 que menciona la calidad del agua en la terapia de hemodiálisis y por consiguiente estas condiciones son extrapoladas al proceso de reparación, pruebas de liberación y los servicio de mantenimientos programados.

La segunda delimitación de la propuesta esta dada por los parámetros de 6S (clasificar, ordenar, limpiar estandarizar, disciplina y seguridad) bajo estos parámetros se diseñara el manejo del área y su funcionamiento. En el momento de la aprobación del proyecto la ejecución se dará en 6 meses y su continuidad la darán los supervisores del centro de servicio

El presupuesto será de treinta y seis millones que incluyen entrenamientos al personal de servicio técnico, acompañamientos, estandarización de herramientas y procedimientos, pruebas biológicas y químicas de la planta.

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 RESOLUCION 1441 DE 2013

El Manual de Habilitación de Prestadores de Servicios de Salud es el instrumento que contiene las condiciones mínimas para que los servicios de salud ofertados y prestados en el país, cumplan con la condición de brindar seguridad a los usuarios en el proceso de la atención en salud.

Como consecuencia de lo anterior, el Manual de Habilitación de Prestadores de Servicios de Salud tiene por objeto definir:

- Los servicios de salud que pueden ofertar los prestadores de servicios de salud.
- Las condiciones de verificación para la habilitación.
- Los criterios de habilitación de los servicios de salud en el país.

Dado que el Sistema Único de Habilitación busca controlar el riesgo asociado a la prestación de servicios de salud y a las condiciones en que éstos se ofrecen, mediante el cumplimiento obligatorio de requisitos y condiciones básicas de capacidad tecnológica y científica, de suficiencia patrimonial y financiera y de capacidad técnico administrativa, para dar seguridad a los usuarios, la verificación de las condiciones de habilitación para los prestadores de servicios de salud, debe estar orientada hacia situaciones tangibles generadoras de riesgo, siempre sin exceder los estándares planteados en el presente manual, con el objetivo de no interponer barreras innecesarias a la prestación de los servicios de salud, toda vez que, las exigencias de habilitación están referidas a condiciones mínimas de estructura y procesos, para contribuir a mejorar el resultado en la atención. [1]

[1] M. D. E. Salud, E. L. M. D. E. Salud, S. En, C. Que, S. Obligatorio, R. Art, I. Prestadoras, P. Independientes, T. Especial, and E. Departamentales, "Ministerio de salud y protección social," *Resolución 1441 2013*, vol. 2013, 2013.

Con el objeto de simplificar la comprensión y el manejo de los requisitos exigidos para el funcionamiento de los prestadores de servicios de salud en el

país, el presente manual consolida en un único cuerpo documental los estándares de verificación y los procedimientos de habilitación. Adicionalmente, los estándares de habilitación se organizan a partir de los servicios, lo cual facilita la identificación de los requisitos exigidos al prestador de acuerdo con el servicio que se requiera.

Para efectos del presente manual se entiende por servicios de salud el conjunto de recursos, insumos, procesos y procedimientos organizados y autorizados con el objeto de prevenir las enfermedades, promover, mantener, recuperar y/o rehabilitar la salud de las personas. (Excluye educación, vivienda, protección, alimentación y apoyo a la justicia).

En consecuencia, los procedimientos de habilitación establecidos en el presente Manual se encuentran estructurados sobre la organización de los servicios de salud.[1]

Tabla 1 Estructura de los servicios de salud.

Grupo	Servicio
Protección específica y detección temprana	Protección específica y detección temprana
Consulta externa	Consulta externa general
	Consulta externa especialidades médicas
	Consulta externa de medicina estética
	Consulta odontológica general y especializada
	Medicinas alternativas
Urgencias	Urgencias baja complejidad
	Urgencias mediana y alta complejidad
Apoyo diagnóstico y complementación terapéutica	Servicio farmacéutico baja complejidad
	Servicio farmacéutico mediana y alta complejidad
	Radiología e imágenes diagnósticas baja complejidad
	Radiología e imágenes diagnósticas, mediana y alta complejidad
	Ultrasonido
	Medicina nuclear
	Radioterapia
	Quimioterapia
	Diagnóstico cardiovascular
	Electrodiagnóstico
	Transfusión sanguínea
	Toma de muestras de laboratorio clínico.
	Laboratorio clínico baja, mediana y alta complejidad
	Tamización de cáncer de cuello uterino
	Laboratorio de citologías cervico-uterinas
	Laboratorio de histotecnología
	Laboratorio de patología
	Endoscopia
	Hemodiálisis
	Díalisis peritoneal
	Terapias alternativas

- [1] M. D. E. Salud, E. L. M. D. E. Salud, S. En, C. Que, S. Obligatorio, R. Art, I. Prestadoras, P. Independientes, T. Especial, and E. Departamentales, "Ministerio de salud y protección social," *Resolución 1441 2013*, vol. 2013, 2013.

Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones.

La presente resolución tiene por objeto establecer los procedimientos y condiciones de habilitación, así como adoptar el Manual de Habilitación que deben cumplir: a) las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, b) los Profesionales Independientes de Salud, c) los Servicios de Transporte Especial de Pacientes, y d) Las entidades con objeto social diferente a la prestación de servicios de salud, que por requerimientos propios de su actividad, brinden de manera exclusiva servicios de baja complejidad y consulta especializada, que no incluyan servicios de hospitalización ni quirúrgicos.

El cumplimiento de las disposiciones contenidas en la presente resolución es de obligatoria verificación por parte de las Entidades Departamentales y Distritales de Salud, en lo de su competencia.

Artículo 3. Condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar servicios. Los Prestadores de Servicios de Salud, para su entrada y permanencia en el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- 3.1. Capacidad Técnico-Administrativa
- 3.2. Suficiencia Patrimonial y Financiera
- 3.3. Capacidad Tecnológica y Científica

Artículo 5. Vigencia de la Habilitación en el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud. La vigencia de la habilitación será de 4 años a partir de la inscripción, vencido éste término se renovará automáticamente por periodos de un año, siempre y cuando realice la autoevaluación anual y ésta sea reportada en el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud (REPS), en las condiciones definidas en la presente resolución.

[1] M. D. E. Salud, E. L. M. D. E. Salud, S. En, C. Que, S. Obligatorio, R. Art, I. Prestadoras, P. Independientes, T. Especial, and E. Departamentales, "Ministerio de salud y protección social," *Resolución 1441 2013*, vol. 2013, 2013.

Parágrafo: A partir del 1° de junio de 2014, los prestadores que cumplan los cuatro años de vigencia de la habilitación, conforme a lo previsto en el artículo

14 del Decreto 1011 de 2006, renovarán anualmente su habilitación, siempre y cuando el prestador, antes del 31 de mayo de cada año, haya realizado el proceso de autoevaluación de que trata el artículo 4 de la presente resolución, iniciando el 31 de mayo del 2014.

Artículo 10. Visita de Verificación Previa. Se requerirá visita de verificación previa para la habilitación de los siguientes servicios:

1. Oncológicos: El proceso de habilitación de los servicios oncológicos por parte del Ministerio de Salud y Protección Social requerirá visita de verificación previa por parte de éste.
2. Para servicios de urgencias, obstetricia, transporte especial de pacientes y medicina estética, de cualquier complejidad y servicios de alta complejidad, se requerirá visita previa por parte de la Entidad Departamental o Distrital de Salud.
3. Toda nueva Institución Prestadora de Servicios de Salud deberá tener verificación previa de condiciones de habilitación expedida por la Entidad Departamental o Distrital de Salud, que dispondrá de seis (6) meses desde la presentación de la solicitud para realizar la verificación.

5.1.2 Apoyo Diagnóstico y Terapéutico

Servicio: **Hemodiálisis – Diálisis peritoneal**

Descripción del Servicio:

Terapia de suplencia de la Insuficiencia Renal Crónica o Aguda, así como otras terapias extracorpóreas. Dentro de las modalidades de atención se encuentran:

- Hemodiálisis, Diálisis peritoneal

La hemodiálisis o diálisis peritoneal, puede ser realizadas en una IPS (Unidad de diálisis): Intramural ambulatoria o en servicios como Unidad de Cuidado Intensivo u Hospitalización: Extramural, cumpliendo condiciones especiales de seguridad del paciente. La modalidad extramural deberá habilitarse por parte de la Unidad de diálisis que aporta el servicio.

5.1.3 Talento Humano

Para cada unidad renal disponibilidad de médico especialista en nefrología quien liderará la atención. Si la disponibilidad del especialista, se ofrece bajo la modalidad de telemedicina, se prestará el servicio de manera sincrónica

El control en la unidad puede ser realizado por médico general presencial, con certificación de formación en control de las complicaciones más frecuentes en diálisis renal y soporte vital avanzado, de manera que haya cubrimiento en los horarios ofertados.

Enfermera y auxiliar en Enfermería de carácter presencial, durante los horarios de atención

Tecnólogo en regencia de farmacia presencial en los horarios para la dispensación de los medicamentos a los pacientes. El servicio farmacéutico debe contar con la supervisión de un químico farmacéutico

Disponibilidad de psicóloga, nutricionista dietista, y trabajadora Social

Las terapias extracorpóreas prestadas bajo la modalidad extramural (UCI, Hospitalización), cuentan con la prescripción previa del nefrólogo y presencialidad de enfermera en la conexión y desconexión del paciente. El control de esta terapia puede ser realizado por enfermera y/o auxiliar de enfermería, con certificación de formación en atención del paciente en diálisis renal

5.1.4 Infraestructura

Cuenta con los siguientes ambientes, áreas o espacios exclusivos, delimitados, señalizados con las siguientes características.

- 1.Sala de espera
2. Unidad sanitaria discriminada por sexo (puede ser compartida con diálisis peritoneal)
3. Casilleros para almacenamiento de los objetos de pacientes.
4. Área o ambiente para el lavado de fistulas
5. Ambiente exclusivo de aseo que incluye poceta que puede ser compartido con

diálisis peritoneal.

6. Ambiente para planta de tratamiento de agua con acabados de pisos paredes y techos que permitan procesos de lavado y desinfección.

7. Ambiente de reparación de máquina.

8. Consultorio

Sala de hemodiálisis

1. Ambiente de trabajo sucio fuera y contiguo a la sala de hemodiálisis

2. Lavamanos.

3. Área de trabajo limpio.

4. Puesto de enfermería que permita la visualización general de los pacientes.

5. La distribución de las máquinas de hemodiálisis dentro de la sala debe permitir por el frente y los costados la movilización del personal necesario para la atención del paciente.

6. Instalaciones hidro-sanitarias y eléctricas individuales para cada máquina, de acuerdo con el requerimiento del equipo.

7. Disponibilidad de oxígeno.

8. Para la hemodiálisis de pacientes seropositivos para hepatitis B, se requiere máquina dedicada para este tipo de pacientes, dispuesta en un área que tenga una demarcación como medida para diferenciarla del resto de la sala de diálisis, con una barrera física que permita identificar perfectamente el área en la que serán atendidos estos pacientes.

9. Para terapias extracorpóreas prestadas bajo la modalidad extramural se cuenta con equipos dedicados a la prestación de servicios de terapias extracorpóreas con requisitos mínimos de seguridad y mantenimiento recomendados por el fabricante.

5.1.5 DOTACIÓN

Sala de hemodiálisis

1. Cuenta con:

- Sillas,

- Equipos de hemodiálisis,

- Fonendoscopios, y tensiómetros, los cuales deben ser independientes para pacientes seropositivos para hepatitis B.

- La IPS, debe contar con máquinas independientes para pacientes seropositivos para hepatitis B.

2. Cada equipo debe contar con:

- Monitores de alarma de conductividad, alarma de temperatura, alarma de aire en el sistema de sangre, presión en cámara venosa y en cámara arterial, tiempo efectivo en diálisis, volumen de sangre de la bomba y sistema de desinfección de la máquina.

- Bomba de infusión de heparina.

- Sistema de proporcionamiento del dializado.

- Sistema de ultrafiltración controlado.

- Inyector de sangre variable – (bomba de sangre) con inyector de volumen.

- Sistema de monitoreo de la hemodiálisis con tensión arterial y pulso. Si el equipo no los incluye, deben tener tensiómetro y fonendoscopio para el servicio.

- Baño para hemodiálisis con bicarbonato concentrado

Para todo el servicio:

1. Equipo básico de reanimación.

2. Balanza

Sala de procedimientos de unidad renal

1. Camillas rodantes con freno y con barandas.

2. Equipo de pequeña cirugía.

3. Lámpara cialítica.

4. Oxígeno.

Diálisis peritoneal

1. Máquina cicladora para diálisis peritoneal automatizada.

2. Camilla (sala de diálisis peritoneal)

3. Balanza

4. Disponibilidad de oxígeno.

5. Mesa o mesón para toma de muestra

6. Centrifuga

7. Nevera

8. Silla

Para terapias extracorpóreas prestadas bajo la modalidad extramural cuenta con: equipos dedicados a la prestación de servicios de terapias extracorpóreas, con agua tratada o plantas portátiles de ósmosis inversa y con controles de calidad físico-químico y bacteriológico y contar con requisitos mínimos de seguridad y mantenimiento recomendadas por el fabricante que garanticen la seguridad del tratamiento.

El prestador deberá garantizar la dotación de los elementos y equipos que requiera la atención del paciente y aquellos de protección personal para la manipulación de los residuos biológicos generados en el domicilio del paciente.

5.1.5.1 Medicamentos, Dispositivos Médicos e insumos

Aplica lo de todos los servicios y adicionalmente

En los pacientes sometidos a tratamiento de hemodiálisis extramural, deberá garantizarse que el agua con la cual se realiza la terapia, reciba un tratamiento previo adecuado y de ninguna manera se debe realizar la terapia con fuentes de agua cuya característica sea únicamente potable.

5.1.6 SISTEMA DE AGUA

Un extenso sistema de purificación del agua es absolutamente crítico para la hemodiálisis. Puesto que los pacientes de diálisis están expuestos a vastas cantidades de agua que se mezcla con el baño ácido para formar el dializado, incluso pueden filtrarse en la sangre trazas de minerales contaminantes o endotoxinas bacterianas. Debido a que los riñones dañados no pueden realizar su función prevista de quitar impurezas, los iones que se introducen en la corriente sanguínea por vía del agua pueden aumentar hasta niveles peligrosos, causando numerosos síntomas incluyendo la muerte. [2] Por esta razón, el agua usada en hemodiálisis es típicamente purificada usando osmosis inversa. También es revisada para saber si hay ausencia de iones de cloro y

[2] O. P. W. Cárdenas, omayda; Segura, "Aluminio en pacientes con terapia de reemplazo renal crónico con hemodiálisis en dos unidades renales en Bogotá," 2010.

cloraminas, y su conductividad es continuamente monitoreada, para detectar el nivel de iones en el agua.

6.1.6.1 Dializador

El dializador, o el riñón artificial, es un producto sanitario y es la pieza del equipo que, de hecho, filtra la sangre. Uno de los tipos más populares es el dializador hueco de fibra, en el cual la sangre corre a través de un paquete de tubos capilares muy finos, y el dializado se bombea en un compartimiento que baña las fibras. El proceso mimetiza la fisiología del glomérulo renal y el resto del nefron. Los gradientes de presión son usados para remover líquido de la sangre. La membrana en sí misma a menudo es sintética, hecha de una mezcla de polímeros como poliariletersulfona, poliamida y polivinilpirrolidona. Los dializadores vienen en muchos tamaños diferentes. Un dializador más grande generalmente se traducirá en un área incrementada de membrana, y por lo tanto en un aumento en la cantidad de solutos removidos de la sangre del paciente. Diferentes tipos de dializadores tienen diversos aclaramientos (clearance) para diferentes solutos. El nefrólogo prescribirá el dializador a ser usado dependiendo del paciente. El dializador puede ser tanto desechado como reutilizado después de cada tratamiento. [3] Si es reutilizado, hay un procedimiento extenso de esterilización. Cuando se reutilizan, los dializadores no son compartidos entre pacientes. Tampoco debe ser compartido ningún tipo de catéter ya que el mismo puede transmitir algún tipo de agente patógeno infeccioso que puede llegar a ser fatal para el paciente tratado.

5.1.7 TRATAMIENTO DE AGUA ÓSMOSIS INVERSA

Se denomina membrana semipermeable a aquella estructura que contiene poros o agujeros, al igual que cualquier filtro, de tamaño molecular. El tamaño

[3] J. L. Teruel-Briones, M. Fernández-Lucas, M. Rivera-Gorrin, G. Ruiz-Roso, M. Díaz-Domínguez, N. Rodríguez-Mendiola, and C. Quereda-Rodríguez-Navarro, "Progresión of residual renal function with an increase in dialysis: haemodialysis versus peritoneal dialysis.," *Nefrología: publicación oficial de la Sociedad Española Nefrología*, vol. 33, no. 5, pp. 640–9, Jan. 2013.

de los poros es tan minúsculo que deja pasar las moléculas pequeñas pero no las grandes, normalmente del tamaño de micrómetros. Por ejemplo, deja pasar las moléculas de agua, que son pequeñas, pero no las de azúcar, que son más grandes.[4]

Si una membrana como la descrita separa un líquido en dos particiones, una de agua pura y otra de agua con azúcar, suceden varias cosas, explicadas a fines del siglo XIX por Van 't Hoff y Gibbs empleando conceptos de potencial electroquímico y difusión simple, entendiendo que este último fenómeno implica no sólo el movimiento al azar de las partículas hasta lograr la homogénea distribución de las mismas y esto ocurre cuando las partículas que vienen se equiparan con las que aleatoriamente van, sino el equilibrio de los potenciales químicos de ambas particiones. Los potenciales químicos de los componentes de una solución son menores que la suma del potencial de dichos componentes cuando no están ligados en la solución. Este desequilibrio, que está en relación directa con la osmolaridad de la solución, genera un flujo de partículas solventes hacia la zona de menor potencial que se expresa como presión osmótica mensurable en términos de presión atmosférica, por ejemplo: "existe una presión osmótica de 50 atmósferas entre agua desalinizada y agua de mar". El solvente fluirá hacia el soluto hasta equilibrar dicho potencial o hasta que la presión hidrostática equilibre la presión osmótica.[5]

El resultado final es que, aunque el agua pasa de la zona de baja concentración a la de alta concentración y viceversa, hay un flujo neto mayor de moléculas de agua que pasan desde la zona de baja concentración a la de alta. Dicho de otro modo: dando suficiente tiempo, parte del agua de la zona sin azúcar habrá pasado a la de agua con azúcar. El agua pasa de la zona de baja concentración a la de alta concentración.

[4] J. Gulías, "Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17604304>," *Eficiencia del agua en plantas de agua*, 2007.

[5] D. J. R. S. González, "LABORATORIO CLINICO Y FUNCIÓN RENAL," 2009.

Las moléculas de agua atraviesan la membrana semipermeable desde la disolución de menor concentración, disolución hipotónica, a la de mayor concentración, disolución hipertónica. Cuando el trasvase de agua iguala las dos concentraciones, las disoluciones reciben el nombre de isotónicas.

En los seres vivos, este movimiento del agua a través de la membrana celular puede producir que algunas células se arruguen por una pérdida excesiva de agua, o bien que se hinchen, posiblemente hasta reventar, por un aumento también excesivo en el contenido celular de agua. Para evitar estas dos situaciones, de consecuencias desastrosas para las células, estas poseen mecanismos para expulsar el agua o los iones mediante un transporte que requiere gasto de energía.

5.1.7.1 Ósmosis inversa

Lo descrito hasta ahora ocurre en situaciones normales, en que los dos lados de la membrana estén a la misma presión; si se aumenta la presión del lado de mayor concentración, puede lograrse que el agua pase desde el lado de alta concentración al de baja concentración de sales.

Se puede decir que se está haciendo lo contrario de la ósmosis, por eso se llama ósmosis inversa. Téngase en cuenta que en la ósmosis inversa a través de la membrana semipermeable sólo pasa agua. Es decir, el agua de la zona de alta concentración pasa a la de baja concentración.[6]

Si la alta concentración es de sal, por ejemplo agua marina, al aplicar presión, el agua del mar pasa al otro lado de la membrana. Sólo el agua, no la sal. Es decir, el agua se ha desalinizado por ósmosis inversa, y puede llegar a ser potable.

5.1.7.2 Desalinización

Mediante este procedimiento es posible obtener agua desalinizada (menos de 5.000 microsiemens/cm de conductividad eléctrica) partiendo de una fuente de

[6] P. Aqua and A. Rights, "Pure Aqua , Inc .," 2012.

agua salobre, agua de mar, que en condiciones normales puede tener entre 20.000 y 55.000 micro-siemens/cm de conductividad. [7]

La medida de la conductividad del agua da una indicación de la cantidad de sales disueltas que contiene, dado que el agua pura no es un buen conductor de la electricidad (su potencial de disociación es menor de 0.00001).

La ósmosis inversa o reversa (RO) se ha convertido hoy en día en uno de los sistemas más eficientes para desalinizar y potabilizar el agua, siendo usada en barcos, aviones, industrias, hospitales y domicilios.[8]

Mediante ósmosis inversa se consigue que el agua bruta que llega a la desaladora se convierta por un lado en un 40% de agua producto y un 55-60% de agua salobre.

La clave está en la constitución del fajo de membranas que intercalan redes-canales de circulación entre capa y capa y finalmente convergen en el centro del sistema. Como hay un flujo de entrada y dos flujos de salida, al uno se le conoce como rechazo salino y al otro como flujo de permeado y sus valores dependerán de la presión de entrada impuesta al sistema. Por lo general es factible encontrar membranas confeccionadas con poliamida o acetato de celulosa (este último material está en desaparición) con un rechazo salino de entre 96.5-99.8%. Existen membranas especializadas para cada tipo de agua, desde agua de mar hasta aguas salobres.

Los equipos de ósmosis inversa industrial montan varios trenes o carros de membranas interconectadas entre sí, una bomba de alta presión, medidores de TDS, pH y caudalímetros de columna. Existen equipos que se ubican en grandes salas debido a su enorme tamaño.

[7] P. R. Lessing, "Fundamentos: Ósmosis Inversa," 2011.

[8] C. C. Extensi and H. Ecology, "Tratamiento de agua por ósmosis inversa.," pp. 1–11, 1995.

Para el óptimo funcionamiento de estos sistemas, se requiere mantener un anti-incrustante contra sílice (sílice gelificada neutra) que obtura el sistema, además de un biosida para mantener libre de biomasas las capas del sistema.

La ósmosis inversa tiene algunas restricciones, hay ciertas especies químicas que el sistema no es capaz de retener, estos son el arsenito($\text{As}+3$), la sílice neutra (ya mencionada) y el boro. Para retener estas especies hay que realizar una modificación del estado químico de la especie, ya sea vía oxidación, co-precipitación o cambios de pH del medio. Por ejemplo el arsenito ($\text{As}+3$) experimenta un rechazo de menos de 25%, el arsenato ($\text{As}+5$) es capaz de ser retenida en un 95-98%.

Las incrustaciones en las membranas son un factor no despreciable en la eficiencia del equipo, esto ocurre cuando se pretende forzar el caudal de permeado, ocurriendo frentes de saturación en la superficie de la membrana. Otras sustancias son incrustantes, tales como la mencionada sílice, biomasas de microorganismos. Una vez incrustada la membrana, solo es posible revertir la situación desmontando la unidad y tratándola con mezclas de ácidos fuertes y sometiénolas a contracorriente.

5.1.7.3 Reducción de la dureza

Las aguas duras contienen iones de calcio y magnesio que pueden precipitar combinados con iones como carbonatos, sulfatos o hidróxidos estos precipitados se van acumulando (obstruyendo) en las tuberías de distribución, etc. Con la ósmosis inversa se reducen estos precipitados. En el caso de equipos industriales muy costosos es muy recomendable un tratamiento adicional de intercambio de iones de calcio por iones de sodio mediante cadenas descalcificadoras con resinas.

5.1.7.4 Descontaminación y tratamiento de efluentes

Para la eliminación de contaminantes en disolución principalmente encaminado al ahorro de agua. Si se tiene agua con contaminante "X" cuyas moléculas tienen un tamaño de "Y" micras, siendo "Y" mayor que el tamaño de la molécula de agua. Si se busca una membrana semipermeable que deje pasar

moléculas de tamaño de las del agua pero no de "Y", al aplicar presión (ósmosis inversa) se obtendrá agua sin contaminante.

La utilización de la ósmosis inversa en el tratamiento de efluentes persigue alguno de los tres objetivos siguientes:

Concentrar la contaminación en un reducido volumen.

Recuperar productos de alto valor económico.

Recircular el agua.

La ósmosis inversa no destruye la contaminación sino que, como mucho, permite concentrarla en un pequeño volumen.

5.1.7.5 Reducción del contenido de nitratos

Las aguas subterráneas suelen incorporar altas concentraciones de nitratos, superiores a las admitidas por la reglamentación técnico-sanitaria. Con las membranas de ósmosis inversa con un alto porcentaje de rechazo del ion nitrato permite obtener agua con un bajo contenido en dichos iones.

5.1.7.6. Eliminación del color y de los precursores de trihalometanos

El color procedente de la descomposición de la materia orgánica natural disuelta por las aguas. El color, además de no admitirse en el agua potable por motivos estéticos, es un precursor de los trihalometanos (THM).

5.1.7.7. Vinazas

Las vinazas sufren en primer lugar un proceso de filtración para eliminar las materias en suspensión que pudiesen atascar las membranas. Continuación son impulsadas hacia unas membranas de ósmosis inversa que permiten el paso tanto del agua como del alcohol etílico. El permeado de la ósmosis inversa, que constituye el 90% del volumen inicial de las vinazas, se envía hacia una columna de destilación que permite recuperar el alcohol y otros productos nobles. El residuo de la columna de destilación es agua con un bajo contenido en DBO que puede enviarse hacia una planta convencional de aguas residuales urbanas. El rechazo de la ósmosis inversa, que constituye el 10%

del volumen inicial de las vinazas, se envía a una columna donde se destila a baja temperatura para evitar la degradación de productos termosensibles permitiendo se recuperación.

5.1.7.8. Uso como agua potable

Cada vez es más frecuente el uso de la desalinización para producir agua para consumo humano, y la tendencia probablemente continuará conforme aumenta la escases agua a causa de las presiones que produce el crecimiento demográfico, la sobreexplotación de los recursos hídricos y la contaminación de otras fuentes de agua.

Los sistemas de desalinización actuales están diseñados para tratar tanto el agua estuarina, costera y marina, como también aguas salobres interiores (tanto superficiales como subterráneas).

El agua producida mediante la ósmosis inversa es agresiva para los materiales utilizados, por ejemplo en la distribución del agua y en las tuberías y dispositivos de fontanería domésticos.

Los materiales generalmente utilizados en las instalaciones domésticas pueden ser atacados por estas aguas agresivas, por este motivo también después de la desalación se suele estabilizar el agua. Este proceso se hace sustancias químicas como carbonato cálcico y magnésico con dióxido de carbono. Una vez aplicado este tratamiento, el agua desalinizada no debería ser más agresiva que el agua de consumo habitual.

El agua desalinizada suele mezclarse con volúmenes pequeños de agua más rica en minerales para mejorar su aceptabilidad y, en particular, para reducir su agresividad. Algunas aguas subterráneas o superficiales pueden utilizarse, tras un tratamiento adecuado, para mezclar en proporciones mayores y pueden mejorar la dureza y el equilibrio iónico.

5.1.8 PLANTA DE AGUA PARA TRATAMIENTO DE HEMODIALISIS

El agua que es suministrada en los centros de atención de salud (clínicas, hospitales, centros de salud, y las unidades de diálisis, etc.) debe ser apta para el consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. Pero en la diálisis renal donde se utilizan grandes volúmenes de agua, la calidad del agua debe ser superior a la de consumo, y tiene que ser sometida a tratamientos especiales para reducir al mínimo los contaminantes posibles como es la presencia de microorganismos.[9]

La planta debe tener un sistema de tratamiento de agua para hemodiálisis con varios componentes que integran el denominado pretratamiento y el tratamiento, el cual consiste en ósmosis inversa. Una vez tratada, el agua va hasta los riñones a través del sistema de distribución y estos en su interior tienen un circuito hidráulico que permite el tránsito de agua tratada y del líquido de diálisis producido. La contaminación microbiológica del sistema de tratamiento y de distribución constituye un problema actual de interés sanitario. Uno de los aspectos más importantes es la limpieza y desinfección.

La limpieza y desinfección. En la planta que genera el agua para ser utilizada en el tratamiento de hemodiálisis debe ser primordial ya que en esta se presenta el *Pseudomonas aeruginosa* siendo esta una de las especies más reportadas en el agua para hemodiálisis y en infecciones hospitalarias a nivel nacional e internacional de ahí la importancia de actualizar diferentes aspectos relacionados con los riesgos microbiológicos potenciales en agua de hemodiálisis y en la mitigación de estos.

[9] G. González, M. Isabel, G. Melián, M. Alonso, and M. D. L. Ángeles, "www.redalyc.org," *Importancia sanitaria de Pseudomonas aeruginosa en agua de hemodiálisis y su desinfección*, vol. 40, pp. 201–214, 2014.

5.1.9. HEMODIÁLISIS

La hemodiálisis periódica es el método más seguro para el sostenimiento de los pacientes con insuficiencia renal crónica (IRCT); Los pacientes en tratamiento de hemodiálisis están expuestos a grandes cantidades de agua por el sistema de diálisis, por lo que la pureza del agua para la solución de diálisis con respecto a la calidad química y microbiológica es de gran importancia para evitar el daño en los pacientes. Las sustancias adicionadas al agua de la red de distribución (agua potable) no representan riesgo para la población en las concentraciones empleadas, pero si pueden causar daño a pacientes en tratamiento de hemodiálisis, si están presentes en el agua, por tal razón las unidades de diálisis requieran un sistema de purificación de agua muy eficaz para evitarlas. [10]

La hemodiálisis es una terapia de sustitución renal, que tiene como finalidad suplir parcialmente la función de los riñones. Consiste en extraer la sangre del organismo a través de un acceso vascular y llevarla a un dializador o filtro de doble compartimiento, en el cual la sangre pasa por el interior de los capilares en un sentido, y el líquido de diálisis circula en sentido contrario bañando dichos capilares, así, ambos líquidos quedan separados por una membrana semipermeable. Este método consigue la circulación de agua y solutos entre la sangre y el baño para disminuir los niveles en sangre de sustancias tóxicas cuando están en exceso que ya no elimina el riñón.[2]

La hemodiálisis principalmente se practica en instalaciones hospitalarias o en clínicas ambulatorias, estando presente personal de la salud especializado.

A menudo implica la eliminación de líquido (a través de ultrafiltración), porque la mayoría de los pacientes con insuficiencia renal pasan poco o nada de orina.

[2] O. P. W. Cárdenas, omayda; Segura, "Aluminio en pacientes con terapia de reemplazo renal crónico con hemodiálisis en dos unidades renales en Bogotá," 2010.

[10] G. González and M. Isabel, "de hemodiálisis," vol. 38, pp. 451–462, 2012.

Los efectos secundarios causados por la extracción de líquido en exceso y / o la eliminación de líquidos con demasiada rapidez incluyen la presión arterial baja, fatiga, mareos, dolores de pecho, calambres en las piernas, náuseas y dolores de cabeza. Sin embargo, el impacto de una determinada cantidad o la tasa de eliminación de líquido pueden variar mucho de persona a persona y día a día. Estos efectos secundarios se pueden evitar y / o disminuir al limitar la ingesta de líquidos entre los tratamientos o aumentar la dosis de diálisis.[11]

Debido a que la hemodiálisis requiere el acceso al sistema circulatorio, los pacientes que son sometidos a ella tienen un portal de entrada para los microbios, que puede conducir a septicemia o a una infección afectando las válvulas del corazón o los huesos. El riesgo de infección depende del tipo de acceso usado. También puede ocurrir sangrado.[12]

La coagulación de la sangre en los tubos y el dializador era una causa frecuente de complicaciones hasta que se implementó el uso rutinario de anticoagulantes. Mientras que los anticoagulantes han mejorado los resultados, no están libres de riesgos y pueden conducir a sangrado descontrolado.

5.1.9. MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS

Es un producto sanitario que realiza la función de bombear la sangre del paciente y el dializado a través del dializador. Las máquinas de diálisis más recientes del mercado están altamente computarizadas y monitorizan continuamente un conjunto de parámetros de seguridad críticos, incluyendo tasas de flujo de la sangre y el dializado, la presión sanguínea, el ritmo cardíaco, la conductividad, el pH, etc. Si alguna lectura está fuera del rango normal, sonará una alarma audible para avisar al técnico que está supervisando el cuidado del paciente.

[11] D. J. L. S. J. O. CSP, E. L. A. V. C. P. CSP, and E. E. O. V. E. P. IIH, "Procedimientos de hemodiálisis," 2002, vol. 40, pp. 1–14.

[12] R. F. Pérez, R. R. Sánchez, and A. F. Padrón, "www.redalyc.org," *fiatulas en hemodialisis*, vol. 12, 2008.

Una parte importante de los equipos siempre es verificar que las rutinas de limpieza y desinfección internas y externas tengan un estricto sistema de control favorecidos por agentes químicos desinfectantes. Para garantizar la seguridad del paciente, estos deben de llevarse a cabo con la periodicidad, según la necesidad y el uso de los equipos considerando sus características y especificaciones del fabricante para que así también se optimice la vida del equipo. [13]

5.1.10. RIÑÓN

Los riñones en el humano están situados en la parte posterior del abdomen, uno a cada lado de la columna vertebral. El riñón derecho descansa detrás del hígado y el izquierdo debajo del diafragma. Sobre cada riñón hay una glándula suprarrenal. La asimetría dentro de la cavidad abdominal causada por el hígado, da lugar a que el riñón derecho esté levemente más abajo que el izquierdo. Se ubican entre la última vértebra torácica, y las tres primeras vértebras lumbares. [14] Los riñones filtran la sangre del sistema circulatorio y eliminan mediante la orina los desechos; diversos residuos metabólicos, como son:

Urea, El ácido úrico, La creatinina, El potasio, El fosforo

Todo esto través de un complejo sistema que incluye mecanismos de filtración, reabsorción y excreción. Diariamente los riñones filtran unos 200 litros de sangre para producir hasta 2 litros de orina. La orina baja continuamente hacia la vejiga a través de unos conductos llamados uréteres. La vejiga almacena la orina hasta el momento de su expulsión. Se puede dar la ausencia congénita de uno o ambos riñones, conocida como agenesia renal unilateral o bilateral. En casos muy raros, es posible haber desarrollado tres o cuatro riñones. [14]

[13] J. Franzo, "Insuficiencia Renal . Cómo Elegir un Tratamiento Adecuado para Usted," 2005.

[14] "Los Riñones y su Funcionamiento," *Los Riñones y su Funcionamiento*, pp. 1–17, 2001.

Las especialidades médicas que estudian los riñones y las enfermedades que afectan al riñón se llaman urología y nefrología, esta última proviene del nombre griego antiguo para el riñón. El significado del adjetivo "relacionado con el riñón" proviene del latín renal.

5.1.10.1. Corteza

Es la parte externa del riñón y tiene aproximadamente 1 cm de grosor, de coloración rojo parduzca y fácilmente distinguible al corte de la parte interna o medular. Forma un arco de tejido situado inmediatamente bajo la cápsula renal. De ella surgen proyecciones que se sitúan entre las unidades individuales de la médula y se denominan columnas de Berlin.

Contiene el 75 % de los glomérulos, los túbulos proximales y distales, recibe el 90 % del flujo sanguíneo renal y su principal función es la filtración, la reabsorción y la secreción. [14]

5.1.10.2. Médula

Las pirámides renales (también llamadas pirámides de Malpighi) son tejidos del riñón con forma de cono. La médula renal está compuesta de 8 a 18 de estas subdivisiones cónicas. La amplia base de cada pirámide hace frente a la corteza renal, y su ápice, o papila, apunta internamente, descargando en el cáliz menor (que a modo de embudo confluye en la pelvis renal). Las pirámides parecen rayadas porque están formadas por segmentos paralelos rectos de túbulos renales.[15]

5.1.10.3. Suministro de sangre

Cada riñón recibe su flujo de sangre de la arteria renal, dos de ellas se ramifican de la aorta abdominal. Al entrar en el hilio del riñón, la arteria renal se divide en arterias interlobulares más pequeñas situadas entre las papilas renales en la médula externa, las arterias interlobares se ramifican en las arterias arqueadas, que van a lo largo de la frontera entre la médula y la corteza renal, todavía emitiendo ramas más pequeñas, las arterias corticales radiales(a veces llamadas las arterias interlobulillares).

Las ramificaciones de estas arterias corticales son las arteriolas aferentes que proveen los tubos capilares glomerulares, que drenan en las arteriolas eferentes. Las arteriolas eferentes se dividen en los tubos capilares peritubulares que proporcionan una fuente extensa de sangre a la corteza. La sangre va a la médula (las que pertenecen a las nefronas medulares), formando la vasa recta. El suministro de sangre está íntimamente ligado a la presión arterial.[15]

5.1.10.4. Nefrona

A nivel microscópico, el riñón está formado por 1 a 3 millones de unidades funcionales, que reciben el nombre de nefronas. Es en la nefrona donde se produce realmente la filtración del plasma sanguíneo y la formación de la orina; la nefrona es la unidad básica constituyente.

Las nefronas regulan en el cuerpo el agua y la materia soluble (especialmente los electrolitos), al filtrar primero la sangre bajo presión, y enseguida reabsorbiendo algún líquido y moléculas necesarios nuevamente dentro de la sangre mientras que excretan otras moléculas innecesarias. La reabsorción y la secreción son logradas con los mecanismos de contrasporte y contratransporte establecidos en las nefronas y conductos de recolección asociados. La filtración de la sangre ocurre en el glomérulo, un apilamiento de capilares que se encuentra dentro de una cápsula de Bowman.[15]

Filtración: consiste en filtrar cierta cantidad de sangre a través de una membrana que existe entre la cápsula Bowman y el glomérulo. Esta filtración glomerular se da gracias a que existe una diferencia de presiones entre la presión sanguínea y la presión que hay dentro del glomérulo (55mmHg - 45mmHg), esta diferencia de presiones favorece que la sangre se filtre hacia dentro del glomérulo para que se dé la formación de la orina primaria.[15]

[14] “Los Riñones y su Funcionamiento,” *Los Riñones y su Funcionamiento*, pp. 1–17, 2001.

[15] M. A. A. Gómez, “El riñón normal. Desarrollo, estructura y funciones,” *El riñón normal. Desarrollo, estructura y funciones*, pp. 2–20, 2009.

Reabsorción: se da a nivel del túbulo contorneado proximal, específicamente en el asa de Henle, en donde a través del cerebro se dan órdenes al riñón para que absorba contenidos necesitados por el cuerpo

Secreción: es lo contrario a la Reabsorción; en esta etapa los componentes sanguíneos en exceso son eliminados por secreciones al túbulo contorneado distal, la secreción no es lo mismo que una excreción, en la secreción se secretan sustancias a la luz del túbulo contorneado distal para que sean excretadas finalmente en la orina.[15]

5.1.10.5. Sistema de conductos recolectores

El líquido fluye de la nefrona al sistema de conductos recolectores. Este segmento de la nefrona es crucial para el proceso de la conservación del agua por el organismo. En presencia de la hormona antidiurética (ADH; también llamada vasopresina), estos conductos se vuelven permeables al agua y facilitan su reabsorción, concentrando así la orina y reduciendo su volumen. Inversamente, cuando el organismo debe eliminar exceso de agua, por ejemplo después beber líquido en exceso, la producción de ADH es disminuida y el túbulo recolector se vuelve menos permeable al agua, haciendo a la orina diluida y abundante. [16] La falla del organismo en reducir la producción de ADH apropiadamente, una condición conocida como síndrome de secreción inadecuada de la hormona antidiurética (SIADH), puede conducir a retención de agua y a dilución peligrosa de los fluidos corporales, que a su vez pueden causar daño neurológico severo. La falta en producir ADH (o la inhabilidad de los conductos recolectores de responder a ella) puede causar excesiva orina, llamada diabetes insípida (DI), una segunda función importante del sistema de conductos recolectores es el mantenimiento de la homeostasis ácido-base.

Después de ser procesado a lo largo de los túbulos y de los conductos recolectores, el fluido, ahora llamado orina, es drenado en la vejiga vía el uréter, para finalmente ser excluido del organismo.

5.1.10.6. Funciones renal

Los desperdicios filtrados de la sangre pasan a la vejiga.

Excretar los desechos mediante la orina.

Regular la homeostasis del cuerpo.

Secretar hormonas: la eritropoyetina, la calicreína, la reinina y la vitamina D (se transforma en calcitro).

Regular el volumen de los fluidos extracelulares.

Regular la producción de la orina.

Participa en la reabsorción de electrolitos.

Regula la presión arterial.

5.1.10.7. Filtrado

En la nefrona pequeños vasos sanguíneos se entrelazan con tubos colectores de orina. Cada riñón contiene alrededor de 1 millón de nefronas.

La filtración ocurre en pequeñas unidades ubicadas dentro de los riñones llamadas nefronas. En la nefrona, el glomérulo que es un pequeño ovillo de capilares sanguíneos se entrelaza con un pequeño tubo colector de orina llamado túbulo. Se produce un complicado intercambio de sustancias químicas a medida que los desechos y el agua salen de la sangre y entran al aparato excretor.[15]

Al principio, los túbulos reciben una mezcla de desechos y sustancias químicas que el cuerpo todavía puede usar. Los riñones miden las sustancias químicas, tales como el sodio, el fosforo y el potasio, y las envían de regreso a la sangre que las devuelve al cuerpo. De esa manera, los riñones regulan la concentración de esas sustancias en el organismo. Se necesita un equilibrio correcto para mantener la vida, pues las concentraciones (excesivas o muy bajas) pueden ser perjudiciales.

Además de retirar los desechos, los riñones liberan tres hormonas importantes:

La eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos por la médula ósea.

La renina, que regula la presión arterial. Cuando el aparato yuxtaglomerular detecta que hay bajo flujo plasmático renal o hipoxia, los riñones liberan Renina para activar el sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona que genera potentes vasoconstrictores periféricos que aumentan la presión arterial, garantizando, en teoría, un mayor flujo renal. [17]

La forma activa de la vitamina D, que ayuda a mantener el calcio para los huesos y para el equilibrio químico normal en el cuerpo.

5.1.10.8. Enfermedades que afectan los riñones

Casi todas las enfermedades del riñón en seres humanos actúan sobre las nefronas y les hacen perder su capacidad de filtración generando uremia. La afectación de las nefronas puede suceder rápidamente, a menudo como resultado de un traumatismo de riñón o intoxicación. Pero casi todas las patologías del riñón destruyen las nefronas lenta y silenciosamente, y pueden transcurrir años o décadas antes de que se manifieste el daño. Podemos mencionar al riñón lobulado, riñón poliquístico, síndrome de Alport, albuminuria, glomerulonefritis, nefrosis lipóide o enfermedad de cambios mínimos, lupus, diabetes y hipertensión entre otras. [18]

[17] S. Renina-angiotensina-aldosterona, “Sistema renina-angiotensina-aldosterona,” pp. 51–75, 2013.

[18] L. Ortiz, “Principales enfermedades del sistema urinario,” pp. 73–76, 2008.

5.2 ESTADO DEL ARTE

5.2.1. ESTADO DEL ARTE LOCAL

En el año 2010, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, los ingenieros Jonathan Lugo, José León, Juan Moreno y Leonardo Andrés con la monografía “Análisis de las variables determinantes del proceso de mantenimiento preventivo en las pymes del sector metalmecánico automotriz en la ciudad de Bogotá” se basaron en el análisis del comportamiento de las variables relevantes que determinan la gestión de mantenimiento preventivo del sector metalmecánico. Con el análisis desarrollado se pretende reducir la frecuencia y gravedad de las averías en los equipos, Incrementan la vida útil de los equipos productivos, además se pretende reducir el coste total de mantenimiento e incrementan las condiciones de seguridad e higiene en el entorno de trabajo para de esta forma mejorar la calidad de los productos y servicios finales. [26]

En el año 2012, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, los ingenieros José Salvador Castellanos Arias Y Rafael Eduardo Villalba Higuera, con la monografía “propuesta de mejora para el área de mantenimiento en una empresa del sector transporte” proponen un plan de mantenimiento para las llantas de una flota de vehículos en el cual tienen en cuenta altura, dimensiones y vida de la llanta, controlando los reencauches, manejando un control interno, verificando cada una y el número de reencauches que ha tenido. Hicieron un seguimiento semanal con una lista de verificación, verificando las siguientes características: profundidad de labrado, porcentaje de llantas reencauchadas y nuevas., llantas críticas, presión de llantas. Con esta propuesta se logró una disminución de costos en forma gradual, se establecieron procedimientos para este tipo de mantenimiento y concluyeron

[26] LUGO Jhonatan, LEÓN José, MORENO Juan y Leonardo Andrés. Análisis de las variables determinantes del proceso de mantenimiento preventivo en las pymes del sector metalmecánico automotriz en la ciudad de Bogotá. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2010. Disponible en: La biblioteca.

con una capacitación al personal involucrado en el proceso en pro de la mejora de la compañía.[27]

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, el ingeniero Armando Alfredo Hernández Martínez, con la monografía “propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa suramericana de trasportes” la monografía se basa en la investigación sobre el manejo del mantenimiento en la empresa Suramericana De Transportes el cual duró de febrero de 2010 hasta Marzo del 2011 en el cual se centraron en el mantenimiento preventivo de flota vehicular de camiones, aplicaron métodos descriptivos y de campo para conocer las situaciones, actividades y costumbres predominantes con el fin de recolectar datos y analizar los para así desde su perspectiva comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en el contenido de su investigación. El estudio lo enfocaron, en el análisis de datos del proyecto de investigación en una sola etapa, seleccionaron varios vehículos de la flota de forma aleatoria y caracterizada. Utilizaron el método estadístico para cuantificar los resultados del estudio.[28]

En el año 2006, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, los Ingenieros Edison López Varela, Iván Camilo Guzmán, Jesús Leonardo Barrera Y William Javier Mora Espinosa con la monografía “diseño de un modelo óptimo de gestión de mantenimiento y su auditoria”. La monografía estuvo enfocada en realizar el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento que permita llevar un control adecuado de los costos en la función de mantenimiento debido a que en varias empresas se generan problemáticas en cuanto a paradas inesperadas de los activos, desperdicio de material,

[27]CASTELLANOS ARIAS, José Salvador y VILLALVA HIGUERA, Rafael Eduardo. Propuesta de mejora para el área de mantenimiento en una empresa del sector transporte. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2010. Disponible en: Postgrados.

[28] HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Armando Alfredo. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa suramericana de trasportes. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2011. Disponible en: La biblioteca.

deterioro de la calidad, entre otros. Por tal motivo la idea principal de la monografía tiene como objetivo desarrollar procedimientos adecuados, llevando registro históricos de todas las intervenciones, las modificaciones efectuadas, los repuestos utilizados, las intervenciones outsourcing, las horas hombre utilizadas, etc.[29]

En el año 2009, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, los ingenieros Omar Romero Martínez y Nelson Yesid Organista Rodríguez, con la monografía “sistema de evaluación de mantenimiento preventivo de la empresa de servicios integrales de Bogotá”, en el trabajo se describen las características de la empresa proactiva de servicios integrales, se analizan y evalúan los procedimientos establecidos para realizar el mantenimiento del parque automotor y se propone un sistema de evaluación de mantenimiento tanto preventivo como correctivo a fin de garantizar el correcto funcionamiento de cada uno de los automotores y su continua disponibilidad para la prestación de los servicios propios de las actividades, funciones y compromisos de proactiva S.A.[30]

[29] LÓPEZ VARELA Edison, GUZMÁN Iván Camilo, BARRERA Jesús Leonardo Y MORA ESPINOSA William Javier. diseño de un modelo óptimo de gestión de mantenimiento y su auditoria. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2006. Disponible en: La biblioteca.

[30] ROMERO MARTÍNEZ, Omar y ORGANISTA RODRÍGUEZ, Nelson Yesid. sistema de evaluación de mantenimiento preventivo de la empresa de servicios integrales de Bogotá. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2009. Disponible en: La biblioteca.

5.2.2. ESTADO DEL ARTE NACIONAL

En el año 2004 se presentó el proyecto Estructuración e implementación del pilar de mejora enfocada en tetra pak Colombia presentado por Paola Andrea parrado, Alba Juliana Sánchez botero de la pontificia universidad javeriana en la carrera de ingeniero industrial como trabajo de grado el objetivo general es estructurar e implementar el pilar de mejora enfocada dentro de la metodología WCM de tetra pak Colombia para reducir perdidas del proceso de conversión.[19]

En el año 2010 omayda cárdenas, Omar segura y William puentes estudiantes de la universidad nacional de Colombia en su monografía Aluminio en pacientes con terapia de remplazo renal crónico con hemodiálisis en dos unidades renales en Bogotá. Investigaron las concentraciones de aluminio en suero de pacientes, con terapia de remplazo renal crónico con hemodiálisis y las concentraciones en agua de redes de distribución en dos unidades renales en Bogotá, Encontrando la presencia de aluminio en las redes de agua más de lo permitido por la secretaria de salud y generaron un reporte describiendo lo encontrado ya que la presencia de aluminio en altas concentraciones genera molestias en los pacientes y por ende que la terapia no sea lo más eficiente. [2]

En el año 2012 Yeiny Jiménez Ruiz estudiante de la Corporación universitaria lasallista presento una propuesta de mejora bajo la filosofía TPM para la empresa cummins de los andes S.A para optar al título de Ingeniera Industrial El trabajo de grado está orientado a la elaboración de propuestas de mejora basados en la filosofía TPM para la empresa Cummins de los Andes. Estas propuestas tienen por objetivo garantizar el aprovechamiento del tiempo y de los recursos necesarios para la prestación del servicio de reparación de motores, los cuales ayudaran a incrementar su productividad. A partir de la descripción de los conceptos y herramientas que contempla esta filosofía,

[2] O. P. W. Cárdenas, omayda; Segura, "Aluminio en pacientes con terapia de reemplazo renal crónico con hemodiálisis en dos unidades renales en Bogotá," 2010.

[19] P. andrea parrado alba. juliana sanchez Botero., "estructuración e implementación del pilar me mejora enfocada en tetra pak colombia.," 2004.

se formula un plan de propuestas que va a permitir aplicar este modelo al desarrollo de los procesos diarios de la empresa, contribuyendo así a un mejor ambiente laboral y organizacional.[20]

En el año 2013 en la universidad distrital francisco José de caldas los estudiante Diego Alejandro Sánchez Pérez y July Andrea Lozada Arias presentaron como proyecto de grado para optar al título de ingeniero de producción el proyecto llamado estructuración del mantenimiento productivo total (tpm) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio en la fábrica de motores y ventiladores siemens s.a En el proyecto ellos plantean como objetivo general estructurar los pilares básicos del mantenimiento productivo total (tpm) dentro de la metodología SPS de siemens manufacturing fábrica de motores y ventiladores para aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de la sección de inyección de aluminio.[21]

En el año 2010 en la universidad del rosario los estudiantes Iván Guillermo Montoya delgado y Carlos Eduardo parra romero presentaron el proyecto implementación del TPM como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de maquiavicola para adquirir el título de administrados de negocios internacionales. En el desarrollo se describe la filosofía de calidad total productive managment (tpm) y se desarrolla el plan de implementación de esta en una empresa del sector avícola conocida como maquiavicola Ltda. Esta implementación tiene por objetivo la ejecución de los procesos productivos que se desarrollan en la empresa con el fin de incrementar su productividad.[22]

[20] Y. J. RUIZ, "PROPUESTAS_MEJORA BAJO FILOSOFIA TPM EMPRESA CUMMINS," 2012.

[21] C. Herramienta, D. E. M. Continuo, and E. N. La, "ESTRUCTURACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORAMIENTO CONTINUO EN LA LÍNEA DE INYECCIÓN DE ALUMINIO FABRICA DE MOTORES Y VENTILADORES SIEMENS S.A," pp. 1–104, 2013.

[22] I. G. M. DELGADO and C. E. P. ROMERO, "IMPLEMENTACIÓN DEL TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT (TPM) COMO TECNOLOGÍA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE MAQUIAVICOLA LTDA," 2010.

5.2.3. ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL

En el año 2012 en la tesis presentada por Daniel Galván Romero para obtener el grado de maestría en ingeniería optimación financiera, de la universidad nacional autónoma de México con la tesis Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (tpm) mediante el modelo de opciones reales. El propósito de esta tesis es analizar el sistema TPM desde la perspectiva financiera. Evaluar el sistema de procesos del mantenimiento productivo total mediante el modelo análisis financiero de opciones reales, para determinar el valor que aporta al negocio, su desarrollo y como una herramienta que apoye el crecimiento económico de la empresa.[23]

En el año 2012, la ingeniera María Isabel Gonzáles en el instituto nacional de higiene, epidemiología y microbiología (INHEM) de Cuba. Con la monografía Enfoque actual sobre la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis. Investigó y da a conocer algunas guías y recomendaciones prácticas para mantener la calidad química y microbiológica del agua utilizada en la preparación del líquido de diálisis para el proceso de reutilización del filtro de hemodiálisis, así como del líquido de diálisis. Teniendo en cuenta las recomendaciones y punto de vista de La Asociación para el Avance de Instrumentos Médicos (AAMI) [1]

En el año 2014 los estudiante Ana Lucía Mendiola Aguirre y Christian Giancarlo Carrillo Santos de la Universidad de Lima Perú en su trabajo de grado Estudio para la instalación de un centro de hemodiálisis en la ciudad de Lima exponen un estudio para la instalación de un centro privado de hemodiálisis en la ciudad de Lima dirigido a pacientes de Esalud, institución que atiende al 95 % de personas que sufren de esta enfermedad, pero cuya infraestructura y servicios hospitalarios no son suficientes para tratar directamente a todos sus pacientes, por lo que se terceriza el 56 % del servicio.

[1] M. D. E. Salud, E. L. M. D. E. Salud, S. En, C. Que, S. Obligatorio, R. Art, I. Prestadoras, P. Independientes, T. Especial, and E. Departamentales, "Ministerio de salud y protección social," *Resoución 1441 2013*, vol. 2013, 2013.

[23] M. I. J. Luis and S. Haro, "ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)," 2012.

Dan a conocer la infraestructura, el recurso humano y los insumos con los que deberá contar. Una sala de hemodiálisis, salas de reprocesamiento (sala de lavado de dializadores y de almacenamiento y cebado de dializadores), área bio-contaminada, cuarto bio-contaminado, área limpia, cuarto limpio, sala de tratamiento de agua, almacén, sala de mantenimiento de máquinas, consultorio y sala de espera.

El siguiente recurso humano: médico especialista en nefrología, enfermero jefe, enfermero asistencial, técnico de enfermería para la sala de tratamiento, técnico de enfermería para la sala de reprocesamiento, nutricionista, psicólogo, asistente social, técnico de mantenimiento de máquinas y personal administrativo.

Por último, entre los principales insumos para el centro tenemos los siguientes filtros sintéticos semipermeables o dializadores, soluciones concentradas de bicarbonato de sodio, ácido acético puriesteril y suero fisiológico todos estos insumos deben ser adquiridos en los proveedores registrados en la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (Digemid) y contar con registro sanitario.[24]

En el año 2011 María de los Ángeles Pacheco, y García Melián, estudiantes de la Universidad Central de Ciudad de México realizaron unos protocolos para la contratación y puesta en marcha de plantas de tratamiento de agua para Hemodiálisis por medio de una herramienta que permita de forma interactiva conocer rápidamente la distribución geográfica de las ocupaciones, el tipo de riesgo y los recursos humanos capacitados con que cuenta el subsistema de salud ocupacional. Fue elaborado un sistema automatizado computacional Macromedia (multimedia) Flash MX en una plataforma operativa Windows XP. Se realizó una encuesta que inventariaba los datos de los centros en donde se encontraban las plantas, los riesgos más importantes, los recursos humanos y materiales y la capacitación con que cuentan los recursos humanos dedicados a la salud ocupacional del centro.

[24] “Estudio para la instalación de un centro de hemodiálisis en la ciudad de Lima,” Mendiola Iparraguirre Ana Lucía; Callirgos Santos, Christian Giancarlo, 2014.

Estos protocolos permitieron el análisis rápido y fácil por áreas geográficas relacionadas con los riesgos del trabajo y demás información solicitada. [4]

En el año 2013 en la universidad de el salvador se presentó el proyecto sistema de gestión de mantenimiento productivo total para talleres automotrices del sector público por Oscar Antonio, Clara Díaz, Ralph Anthony Domínguez de paz, y Edwin Alberto Pérez Medrano para optar al título de ingeniero industrial El objetivo específico del proyecto es realizar un diseño para el sistema de gestión de mantenimiento productivo total (tpm), dirigido a las instituciones de gobierno, que cuenten con una flota vehicular que les permita una mayor efectividad de sus operaciones. En donde el pilar con mayor nivel de cumplimiento del TPM es el de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el cual al ser evaluado reflejo un porcentaje de 66.73%, por lo que se puede decir que en base a este aspecto el sistema actual de mantenimiento se cumple, pero con leves deficiencias en cuanto a documentación o a la continuidad sistemática de su cumplimiento, por lo que se deberán solucionar las deficiencias a corto plazo, para que el sistema no deje de ser eficaz. [25]

[4] J. Gulías, “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17604304>,” *Eficiencia del agua en plantas de agua*, 2007.

25] O. A. DÍAZ, C. PAZ, R. A. D. DE, MEDRANO, and E. A. PÉREZ, ““ SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA TALLERES AUTOMOTRICES DEL SECTOR PÚBLICO ’,” 2013.

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El enfoque que plantea el proyecto de investigación es de tipo “Estudio de caso y descriptiva”, partiendo de un análisis previo de la situación actual de un problema y las consecuencias del problema.

Tabla 2 Tipo de investigación tomado de la guía metodológica ECCI.

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Por lo tanto esta investigación es de tipo estudio de caso y descriptiva.

7. DESARROLLO METODOLÓGICO

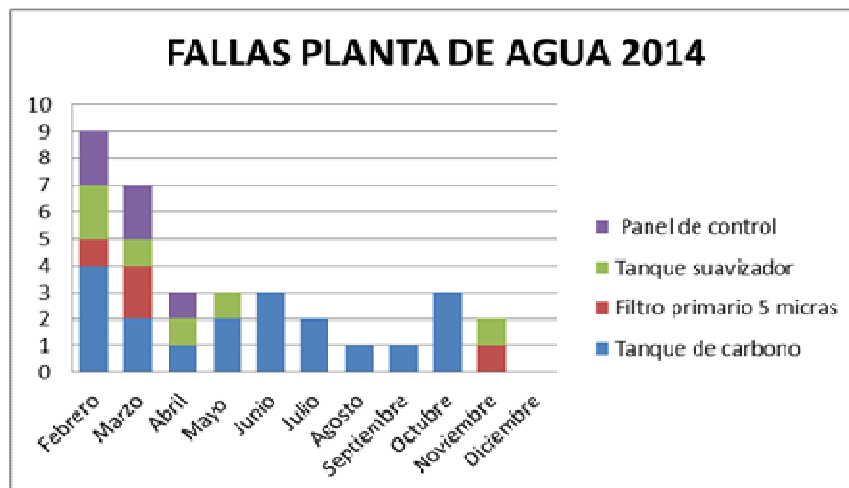
7.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información es recolectada a través de libros, páginas web referencia de la ECCI Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales, tesis, monografías y asesoría por parte de los compañeros de campo, supervisores y coordinadores de la empresa.

La información será tomada de documentos técnicos que tengan temas relacionados con TPM, plantas de gua, mantenimiento preventivo y hemodiálisis. Se realizara una recolección de datos históricos del año 2014, y la información tomada aportara datos importantes para el desarrollo del proyecto con el fin de enfocar las herramientas de TPM más convenientes para dar solución al problema planteado.

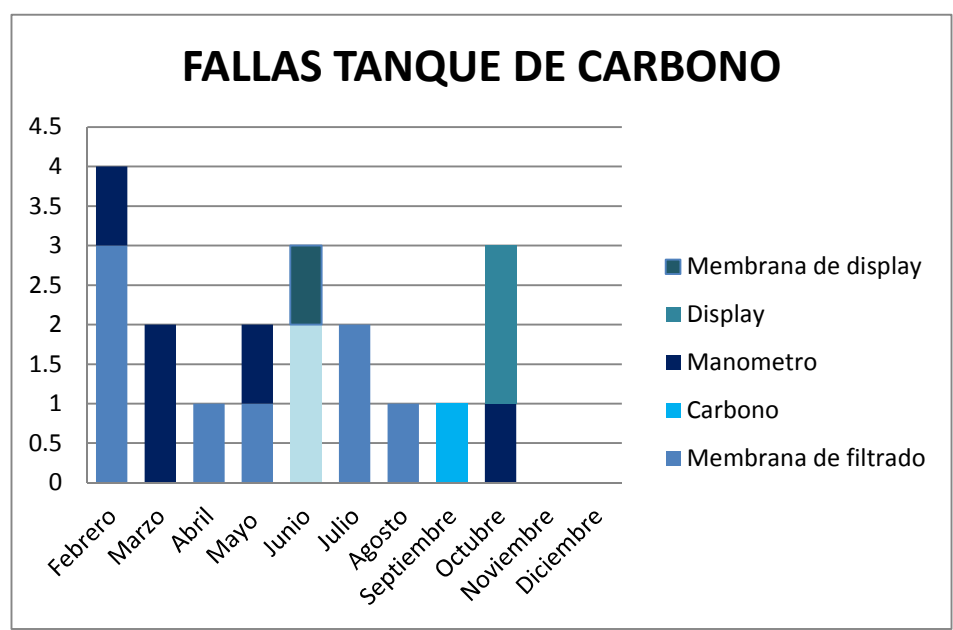
7.2 ANÁLISIS DE DATOS

Realizamos un indicador de las fallas que la planta presento mensualmente durante el año 2014 para determinar que sistemas de la planta presentan más fallas. Este indicador se pudo realizar con las llamadas que hacían desde la sala de hemodiálisis a la línea de mantenimiento.

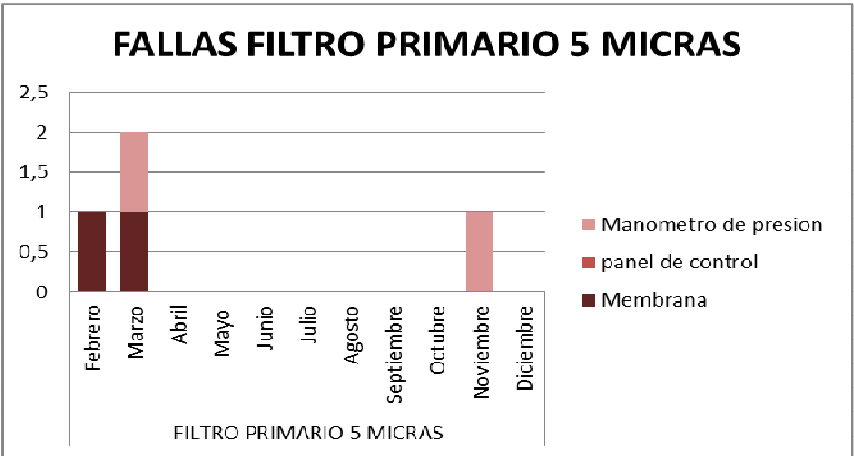


Grafica 1 falla planta de agua 2014Fuente centro de servicio de los autores

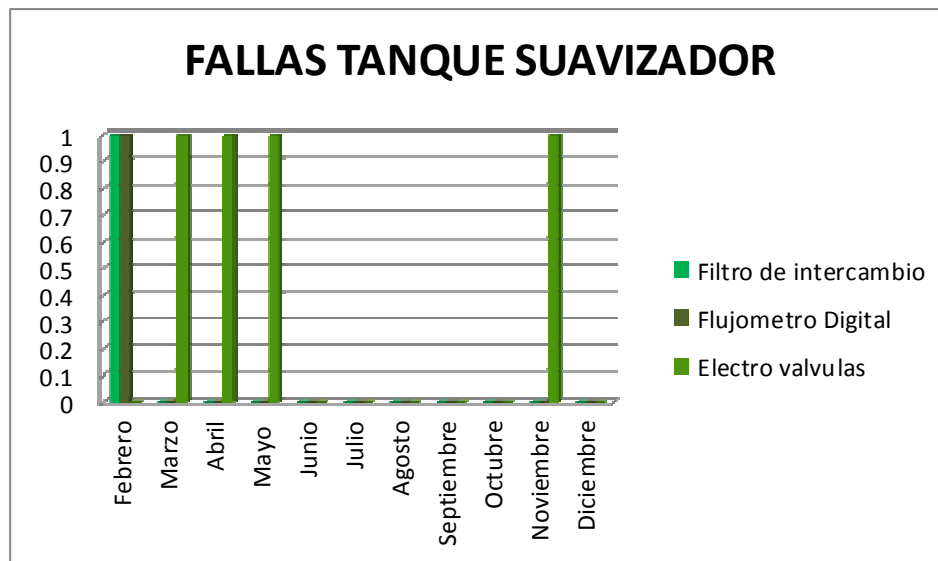
Segregamos las fallas en cada uno de los sistemas que presentaron más fallas para identificar que componentes generan la falla del sistema.



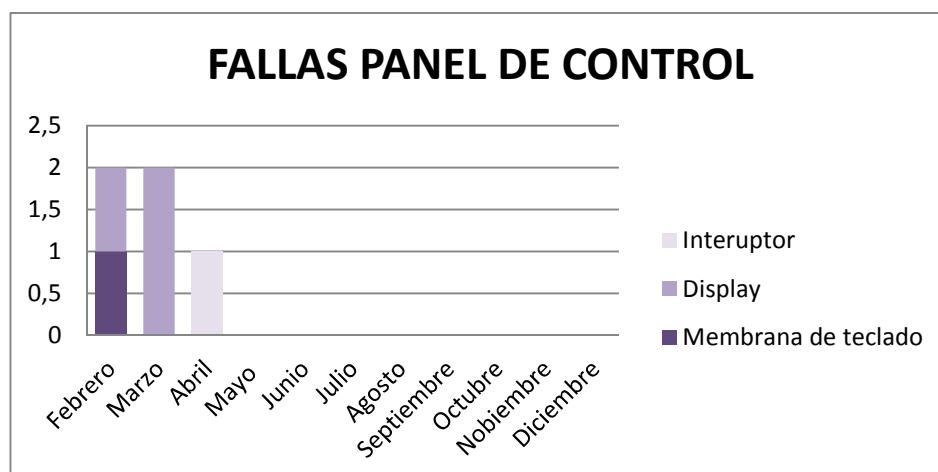
Grafica 2 fallas tanque de carbono Fuente centro de servicio de servicio de los autores



Grafica 3 fallas filtro primario 5 micras Fuente centro de servicio de los autores.



Grafica 4 fallas tanque suavizador Fuente centro de servicio de los autores.



Grafica 5 fallas panel de control Fuente centro de servicio de los autores.

7.3 DESARROLLO

La planta de agua está compuesta por tres tanques (multimedia, suavizador, y de carbono.) dos filtros de 5 micras. Cinco manómetros de presión, llaves de muestra, además de un panel de control

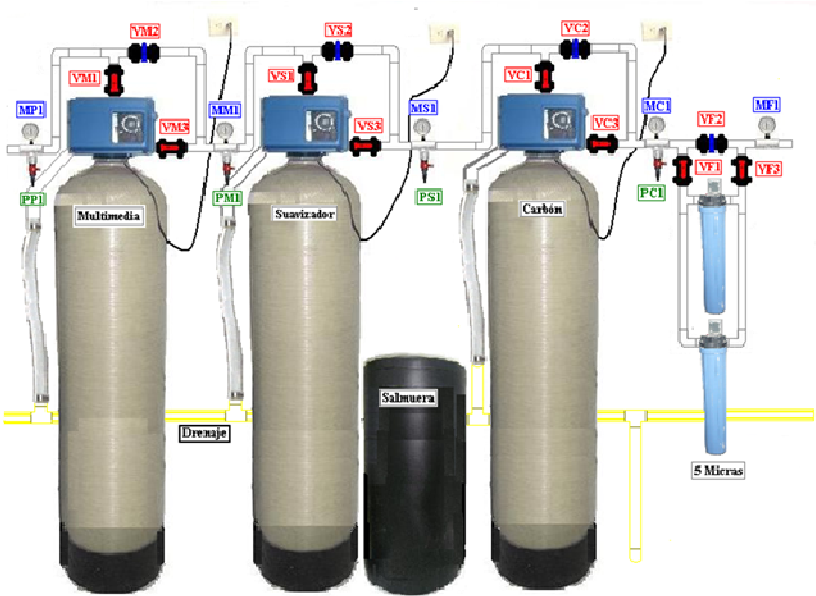


Ilustración 1 planta de tratamiento de agua.

Los manómetros están ubicados a la entrada de cada uno de los tanques de la planta de agua y nos ayudan a verificar la presión de entrada de cada uno de los tanques.

MANOMETROS

Descripción de Manómetro	Manómetro
Presión Entrada Filtro Multimedia	MP 1
Presión Salida Filtro Multimedia	MM 1
Presión Salida Filtro Suavizador	MS 1
Presión Salida Filtro Carbono Activado	MC 1
Presión Salida Filtro 5 Micras	MF 1
Presión Salida Osmosis Inversa	MO 1
Presión Retorno Agua	MA 1



- La presión del sistema hidráulico debe estar ≥ 40 PSI y ≤ 60 PSI
- La diferencia de presión en un filtro debe ser < 10 PSI

Ilustración 2 manómetro de presión.

de muestra los utilizamos para tomar muestra de la salida de agua en cada uno de los tanques, y con estas muestras verificamos la calidad microbiológica del agua.

PUERTOS DE MUESTRA



Ilustración 3 puertos de muestras.

7.3.1. PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUA

Si los niveles de endotoxinas están fuera del valor aceptado, se debe efectuar una revisión al sistema de membranas de la osmosis inversa, se deben tomar acciones para eliminar la contaminación; las acciones incluyen pero no limitada a esta desinfección al sistema

7.3.1.1. Test fisicoquímico

Esta prueba es recomendable hacerla con frecuencia anual tomándose la muestra a la salida de la osmosis inversa, el método aplicado para la identificación de metales puede ser absorción atómica, clorimetría, titulación o equivalentes validados por un laboratorio certificado por la secretaria de salud local.

Los niveles máximos aceptables para agua utilizada en hemodiálisis, dados en la norma AMI-ANSI RD62:2001 son los siguientes:

7.3.1.2. Prueba de cloro

La muestra debe tomarse a la salida del filtro de carbono activado y el procedimiento dependerá del KIT utilizado. La frecuencia recomendada es semanal; el límite máximo

de aceptación es menor que 0.5 PPM para cloro libre y 0.1 PPM para cloro combinado (cloraminas).

El cloro libre reacciona con el dietil fenilendiamina dando un colorante rojo y el cloro total reacciona después de la mezcla anterior añadiendo iones de yoduro. El cloro combinado (cloramina) se calcula por la diferencia entre el cloro total y cloro libre.

7.3.1.3. Prueba de dureza

La frecuencia recomendada es semanal, la muestra debe tomarse a la salida del filtro suavizador. El procedimiento dependerá del kit utilizado.

La dureza esperada a la salida del filtro debe ser menor a 1 grano por galón (17.1 PPM por litro). Adicional a la prueba de verificación se deben realizar las siguientes actividades en el momento del chequeo:

Verifique la programación del reloj del sistema que efectúa la regeneración del filtro suavizador.

Verifique que el nivel de sal sea el adecuado.

7.3.1.4. Sal

La sal requerida para efectuar el proceso de regeneración de un suavizador debe ser tipo industrial blanca sin componentes de yodo. La sal se debe suministrar periódicamente al sistema para mantener su óptimo funcionamiento.

La frecuencia del suministro de la sal depende del consumo de agua diario de la unidad. Del tipo de agua que se suministra al sistema y del tamaño del tanque del filtro suavizador. Los cálculos respectivos se reflejan en el manual de servicio de la planta de agua correspondiente.

7.3.1.5. Prueba de sólidos totales disueltos (TDS)

La frecuencia debería ser semanal y el resultado esperado menor a 5PPM (10 micro siemens/cm), este valor corresponde a un agua con un PH entre 5.0 y 7.0 agua purificada. Punto de prueba: a la salida de la osmosis inversa.

7.3.1.6. Temperatura

El rango de temperatura del agua debería estar en 25 grados centígrados más o menos 10 grados, la lectura se debe tomar a la salida de la osmosis inversa, puede utilizarse un termómetro convencional o el sistema electrónico montado en el panel de la osmosis.

7.3.1.7. Presiones de los manómetros en los filtro del pre-tratamiento

Las lecturas en los manómetros deben tomarse en el mismo momento para evitar variaciones de presión; la máxima diferencia de presión permitida en un filtro del pretratamiento es de 10PSI.

7.3.1.8. Filtros de cartucho de 5 micras

Los filtros de cartucho deberían remplazarse cada seis meses o antes si la diferencia de presión supera los 10 PSI, para mantener el desempeño antes de su cambio, mensualmente se sugiere lavar la carcasa plastica y enjuagar con agua puara el cartucho.

7.3.1.9. Flujometros de la osmosis inversa

Indican la cantidad de agua que esta manejando la osmosis inversa. Las lecturas deben leerse en el panel frontal de la osmosis inversa marcado como “producto o permeado” el valor esperado esta entre 1,5 y 2 gmp

7.3.1.10. Test bacteriólogo

La frecuencia recomendada para esta prueba es semestral y tomándose la muestra a la salida de la osmosis inversa

En caso de obtener un resultado positivo se debe hacer un re muestreo y aplicar la misma técnica, de persistir la contaminación se debe realizar descontaminación. Se debe hacer un nuevo examen 24 horas después de hecha la desinfección para garantizar los resultados del agua.

La muestra debe ser tomada por personal de laboratorio con el conocimiento necesario para que dicha toma se realice con la técnica que asegure que la muestra no se contamine en el proceso de la toma.

Adicional al cultivo micro biológico se recomienda hacer un examen semestral de endotoxinas, se debe tomar a la salida de la osmosis inversa y las concentraciones de endotoxinas en ningún caso deben ser superiores a 1 EU/m.

6S

Para realizar las labores de mantenimiento Proponemos el desarrollo de la metodología de las 6s ya que con esta tendremos espacios, y las herramientas necesarias para la contribución de las labores de mantenimiento.

7.3.2.1. Orden

Ordenar el área en donde se encuentra la planta de agua, dejar libre de objetos innecesarios que dificulten las labores de mantenimiento nos ayudara a encontrar fácilmente documentos y objetos de trabajo, mejorando tiempos y desplazamientos innecesarios.



Ilustración 4 Planta de tratamiento de agua fuente de los autores.



Ilustración 5 Reactivos para las pruebas biológicas y químicas fuente de los autores.



Ilustración 6 Reactivos para las pruebas biológicas y químicas
fuente de los autores.

7.3.2.2. Clasificación

Clasificar la herramienta que se usa para el mantenimiento de la planta de agua y así evitar el uso innecesario de espacio en donde se guarda la herramienta además para disminuir los tiempos de reparación ya que no se tendría que buscar la herramienta que se usa entre muchas.



Ilustración 7 Herramientas del área fuente de los autores.

7.3.2.3. Estandarización

Estandarizar la herramienta a utilizar y el sitio en donde se debe encontrar la herramienta que sea cerca de la planta, esto contribuye con el inventario de la herramienta.



Ilustración 8 Herramientas del área fuente de los autores.

7.3.2.4. Disciplina

Chequeos continuos del estado de la herramienta para garantizar que al momento del mantenimiento la herramienta se encuentre en perfecto estado para ser utilizada. Mejora nuestra eficacia.

Realizar auditorías periódicamente para verificar el cumplimiento de las 6s generara una cultura en la organización.

7.3.2.5. Limpieza

Mantener el área limpia para que sea agradable. Realizar listas de chequeo de la limpieza del área después de cada mantenimiento ya que es inevitable que durante las labores de mantenimiento se hagan charcos de agua y se ensucie el piso.

7.3.2.6. Seguridad

Colocar un candado y avisos donde las únicas personas que tengan acceso a la Planta sean las autorizadas por la empresa.

Utilizar los elementos de protección personal adecuados para estos trabajos como lo son botas, bata, guantes, gafas de seguridad y manilla antiestática.



Ilustración 9 Elementos de seguridad fuente de los autores.

Tabla 3 ILUO.

MATRIZ DE ABILIDADES ILUO																	
MES: _____ AÑO _____ ACT _____																	
OPERACIÓN		Descontaminación		Diagnostico		Reparación		Pru. Eléctricas		Pru Químicas		Pru. Biológicas		Evaluación de calidad		IXT	Observaciones
Nombre	No de control	ILUO	IA	ILUO	IA	ILUO	IA	ILUO	IA	ILUO	IA	ILUO	IA	ILUO	IA		
Diana Blanco																	IX2: Operador que conoce dos operaciones con nivel L IX1: Operación que conocen dos operadores con nivel L
Xavier Rodriguez																	I: El operador puede realizar la operación con supervisión constante.
Milena Diaz																	L: El operador realiza la operación en el tiempo estándar, conoce los principales defectos y como detectarlos, además respeta la secuencia de operación sin equivocarse.
Manuel Garcia																	U: Mejora el tiempo estándar, conoce y sabe como reparar los principales defectos, conoce el funcionamiento de la parte en el producto terminado
Mariana Ortiz																	O: Tiene los conocimientos necesarios para enseñar a otra persona
Angie Pinto																	X: No cumple con el 1.2.6.2.11
Juan Echeverry																	O: Cumple con el 1.2.6.2.11
Isair Andrade																	I: Operación que cubre actualmente A: Operación en capacitación
2X1																	

MATRIZ MODO FALLA COMPONENTE

Dentro de las herramientas de TPM Para el desarrollo del proyecto se propone implementar un mecanismo para identificar las fallas y los diferentes modos de falla que pueda llegar a tener la planta de agua para saber del porqué de las fallas. Para esto se propone realizar una matriz modo falla componente.

Tabla 4 Matriz modo falla componente.

MATRIZ MODO FALLA COMPONENTE																
EQUIPO: PLANTA DE AGUA PARA MAQUINAS DE HEMODIALISIS																
			MODOS DE FALLA													
Sistema	Componente	Descripción Componente	CONEXIONES ERRONEAS	CORROSION	CRISTALIZACION	DEFORMACION	DESALISTE	DESALINEACION	DESGASTE	FILTRACION LIQUIDOS	FRAGILIDAD	FUGAS	OBSTRUCCION	OXIDACION	CAMBIO DE TENSION	CORTOCIRCUITO
Estructura	1	BASES DE MAQUINA					x									
	2	RUEDAS PARA TRANSPORTE	x			x			x							
	3	PUERTAS	x			x										
	4	PULSADOR INICIO MAQUINA	x												x	
	5	PANTALLA PANEL DE CONTROL GENERAL	x	x					x	x						x
	6	INTERRUPTOR DE ALIMENTACION	x	x									x			x
Tratamiento de agua	1	FILTRO SUAVIZADOR			x			x					x			x
	2	FILTRO PRIMARIO 5 MICRAS			x			x								
	3	TANQUE DE CARBONO									x					

7.3.4.1. Corrosión

Proceso de destrucción de los metales y sus aleaciones, provocado por la acción química o electroquímica.

7.3.4.2. Cortocircuito

Falla ocasionada por la pérdida de aislamiento de un dispositivo o sistema eléctrico generado por la presencia de humedad o por un cambio en las propiedades eléctricas de ellos.

7.3.4.3. Deformación

Cambio de forma que sufre un elemento de manera permanentemente ocasionado por esfuerzos a los que está sometido dicho elemento.

7.3.4.4. Desgaste

El desgaste es el daño de la superficie de los materiales, por remoción de material de una o ambas superficies sólidas en contacto, se da por fricción, por deposición de un material sobre otro, por abrasión, erosión, etc.

7.3.4.5. Des-calibración

La des-calibración se da cuando un equipo o elementos de medición esta por fuera de las tolerancias establecidas para una determinada operación.

7.3.4.6. Des-configuración del programa

Pérdida de una instrucción o parámetro del programa, que genera el mal funcionamiento del equipo.

7.3.4.7. Sonido extraño

Sonidos diferentes o anómalos en el equipo o en alguno de sus componentes. Para identificar este tipo de sonido se tienen que conocer los sonidos naturales que se generen en las máquinas y sus elementos.

7.3.4.8. Sulfatación

Este tipo de modo de falla se da por una reacción química entre los elementos que tienen cobre y la presencia de humedad, oxígeno y otros gases, que ocasionan que se favorezca una reacción alcalina que genera la formación de sulfatos en la superficie de los componentes del equipo.

7.3.4.9. Fatiga

La fatiga es un proceso por el cual la superficie de un material es debilitada por el cargamento cíclico, que logra sobrepasar la resistencia a la fatiga del mismo.

7.3.4.10. Filtración

Son aquellos goteos o fugas de un líquido o un gas, debido a fisuras o desajustes en las mangueras, ductos o elementos que transportan o contienen fluidos.

7.3.4.11. Fractura

Es la separación de un sólido bajo tensión en dos o más piezas. En general, la fractura metálica puede clasificarse en dúctil y frágil. La fractura dúctil ocurre después de una intensa deformación plástica y se caracteriza por una lenta propagación de la grieta. La fractura frágil se produce a lo largo de planos cristalográficos llamados planos de fractura y tiene una rápida propagación de la grieta.

7.3.4.12. Humedad

Presencia de líquidos en sistemas y dispositivos eléctricos, que ocasionan que estos fallen.

7.3.4.13. Oxidación

Reacción química que se produce cuando un metal entra en contacto con el aire, ocasionando en su superficie la presencia de óxidos, que deterioran el material.

7.3.4.14. Planta de agua

Para realizarle mantenimiento a la planta de agua debemos conocer sus componentes y su funcionamiento para esto se realizaron capacitaciones acerca de que es la planta de agua, su funcionamiento y sus pruebas funcionales.

8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

8.1.FUENTES PRIMARIAS

La información primaria fue obtenida de libros de mantenimiento, manuales de la planta de agua, normas nacionales y artículos de hemodiálisis como : el libro de gestión y control, el cliente y la calidad en servicio y sistemas de mantenimiento , ubicados en la biblioteca de la universidad escuela colombiana de carreras industriales ECCI, también de las monografías presentadas en semestres anteriores por estudiantes de la ECCI como opción de grado, de monografías consultadas en google académico, Redalyc y scielo tanto nacionales como internacionales, de la información suministrada por ingenieros de mantenimiento en plantas de agua y asesorías brindadas por los docentes a lo largo de la especialización de gerencia en mantenimiento. Todo lo anterior referenciado en la bibliografía y la cibergrafia.

8.2.FUENTES SECUNDARIAS

La información directa se obtuvo en el centro de servicio técnico Bogotá.

9. COSTOS

9.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO HERRAMIENTAS DE TPM APLICADAS A UNA PLANTA DE AGUA PARA MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS

9.1.1. CAPACITACIÓN

Se propone que dos personas un supervisor y uno de los ingenieros de soporte técnico tomen el posgrado de Gerencia de Mantenimiento.

9.1.2. Condiciones de la inversión Con los empleados:

- La selección de los participantes se hace de acuerdo a las mejores evaluaciones de desempeño.
- Estas personas estarán encargadas de la ejecución del proyecto, validación del proyecto y las mejoras continuas.
- Las personas que tomen el posgrado darán entrenamiento y soporte a cada uno de los empleados que estén involucrados en el proyecto.
- Tendrán una cláusula de permanencia por 2 años o retorno de la inversión si terminan con antelación el tiempo pactado.
- El posgrado se desarrollara en horario no laboral y no representa horas extras para la compañía ni los empleados

Inversión por participante al posgrado \$3´933.000

Costo total por los dos participantes \$7´866.000

9.1.3. TIEMPOS DE NO PRODUCCIÓN

- Se plantea que luego de la capacitación de los dos empleados se tomara 3 meses en la implementación del proyecto
- El supervisor empleara el 70% de su tiempo laboral en la ejecución del proyecto equivalente a 42 días laborales.

Inversión en tiempo del supervisor equivalente a \$9´450.000

- El ingeniero de soporte técnico empleara el 80% de su tiempo laboral en la ejecución del proyecto equivalente a 48 días laborales equivalentes a \$7´200.000

Inversión en tiempo del ingeniero de soporte técnico equivalentes a \$7´200.000

- En la planta se cuenta con 23 personas y cada una empleara el 20% de su tiempo laboral para la ejecución del proyecto.

Inversión en tiempo del personal de la planta \$7´500.000

9.1.4. ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA

- Computador
- Impresora
- Escáner y Fotocopiadora
- Laminadora
- Lector de código de barras

Inversión \$2´500.000

9.1.5. PAPELERÍA Y CONSUMIBLES

Inversión \$1´500´000

9.1.6. TOTAL DE LA INVERSIÓN

Total de la inversión \$36´016.000

9.2. RETORNO DE LA INVERSIÓN

9.2.3 Por demanda

Para el cálculo de una demanda por responsabilidad médica se tiene en cuenta:

1. La edad de la persona.
2. La capacidad económica de la persona.
3. Su ganancia económica.
4. Daños morales

Puede ir de treinta millones de pesos (\$30'000'000) a ciento cincuenta millones de pesos (\$150'000'000) los cuales son tasados en gramos oro.

9.2.4 Paradas de planta innecesarias

La planta de agua de osmosis inversa del centro de servicio en el transcurso de un día laboral en el centro de servicio puede procesar seis (6) máquinas de hemodiálisis que instaladas en cliente producen trescientos cincuenta mil pesos (\$350'000) cada cuatro (4) o tres (3) horas dependiendo la terapia programada, esto equivale a que si se detiene durante un día la planta de agua para una reparación o por falta de un repuesto el centro de servicio puede dejar de recibir entre doce millones seiscientos mil pesos (\$12'600'0000) y dieciséis millones ochocientos mil pesos (\$16'800'000) esto equivale a un millón ochocientos treinta y siete mil quinientos pesos (\$1'837'500) promedio hora.

En la actualidad la planta de agua de osmosis inversa para 1 hora por mantenimientos correctivos esto equivale en un mes a siete millones trescientos cincuenta mil pesos (7'350'000) antes del mantenimiento programado que se ejecuta cada 3 meses la planta de agua de osmosis inversa genera una pérdida de 22 millones cincuenta mil pesos (\$22'050'000).

10. CONCLUSIONES

- La implementación de 6S le permitirá detectar las necesidades y los sobrantes del proceso que rodean la planta de agua de osmosis inversa y luego de esto estandarizar los procesos y herramientas mejorando la calidad del proceso para su uso.
- El ILUO dará las herramientas técnicas para que cualquier persona que tome las capacitaciones, actualizaciones de las plantas de agua de osmosis inversa del centro de servicio pueda prestar soporte técnico a la planta o validar su correcto funcionamiento.
- La matriz de modo falla componente permitirá detectar y conocer las posibles fallas del equipo, disminuyendo los tiempos de reacción cuando se presenta un incidente.

11 RECOMENDACIONES

- La implementación de este proyecto se tiene que iniciar por 6S para conocer donde estamos, conocer las necesidades de la implementación y posterior a esto la estandarización
- La implementación de este proyecto no solo está dirigido a la planta de agua de osmosis inversa del centro de servicio se puede implementar en las plantas de agua de clínicas y centros de salud de igual manera para otras tecnologías.
- La herramienta ILUO puede ser implementada para otras tecnologías no solo en la parte técnica si no en la parte operativa, para que los operarios sean más críticos en las posibles fallas del equipo.

12 CIBERGRAFIA

- [1] M. D. E. Salud, E. L. M. D. E. Salud, S. En, C. Que, S. Obligatorio, R. Art, I. Prestadoras, P. Independientes, T. Especial, and E. Departamentales, "Ministerio de salud y protección social," *Resolución 1441 2013*, vol. 2013, 2013. <https://www.minsalud.gov.co/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%201441%20de%202013.PDF>
- [2] O. P. W. Cárdenas, omayda; Segura, "Aluminio en pacientes con terapia de reemplazo renal crónico con hemodiálisis en dos unidades renales en Bogotá," 2010. <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=17015304001>
- [3] J. L. Teruel-Briones, M. Fernández-Lucas, M. Rivera-Gorrin, G. Ruiz-Roso, M. Díaz-Domínguez, N. Rodríguez-Mendiola, and C. Quereda-Rodríguez-Navarro, "Progresión of residual renal function with an increase in dialysis: haemodialysis versus peritoneal dialysis.," *Nefrología: publicación oficial de la Sociedad Española Nefrología*, vol. 33, no. 5, pp. 640–9, Jan. 2013.
- [4] J. Gulías, "Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17604304>," *Eficiencia del agua en plantas de agua*, 2007.
- [5] D. J. R. S. González, "LABORATORIO CLINICO Y FUNCIÓN RENAL," 2009. <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=17010407801>
- [6] P. Aqua and A. Rights, "Pure Aqua , Inc .," 2012. <http://www.scielo.org/applications/scielo-org/php/searchByTitle.php>
- [7] P. R. Lessing, "Fundamentos: Ósmosis Inversa," 2011. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=4389&indexSearch=ID>
- [8] C. C. Extensi and H. Ecology, "Tratamiento de agua por ósmosis inversa.," pp. 1–11, 1995. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=4389&indexSearch=ID>

- [9] G. González, M. Isabel, G. Melián, M. Alonso, and M. D. L. Ángeles, "www.redalyc.org," *Importancia sanitaria de Pseudomonas aeruginosa en agua de hemodiálisis y su desinfección*, vol. 40, pp. 201–214, 2014.
- [10] G. González and M. Isabel, "de hemodiálisis," vol. 38, pp. 451–462, 2012. <http://www.scielo.org/applications/scielo-org/php/secondLevel.php?xml=secondLevelForSubjectByLetter&xsl=secondLevelForSubjectByLetter&subject=Health%20Sciences>
- [11] D. J. L. S. J. O. CSP, E. L. A. V. C. P. CSP, and E. E. O. V. E. P. IIH, "Procedimientos de hemodiálisis," 2002, vol. 40, pp. 1–14. <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=37077304001>
- [12] R. F. Pérez, R. R. Sánchez, and A. F. Padrón, "www.redalyc.org," *fiatulas en hemodialisis*, vol. 12, 2008.
- [13] J. Franzo, "Insuficiencia Renal . Cómo Elegir un Tratamiento Adecuado para Usted," 2005. <http://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedad-de-los-rinones/hemodialysis/Pages/M%C3%A9todos-de-tratamiento-para-la-insuficiencia-renal-Hemodi%C3%A1lisis.aspx>
- [14] "Los Riñones y su Funcionamiento," *Los Riñones y su Funcionamiento*, pp. 1–17, 2001. <https://www.friat.es/la-enfermedad-renal/la-hemodialis/>
- [15] M. A. A. Gómez, "El riñón normal. Desarrollo, estructura y funciones," *El riñón normal. Desarrollo, estructura y funciones*, pp. 2–20, 2009. <https://www.friat.es/la-enfermedad-renal/la-hemodialis/>
- [16] A. E. Urol, F. V. Alonso, F. J. Vicente, M. S. Sánchez, A. F. Sánchez, F. R. Herrera, A. Martínez, J. Manuel, C. Olmo, and E. Espejo, "Casos Clínicos," vol. 5, pp. 631–633, 2008. <http://web.ssaver.gob.mx/transparencia/files/2011/10/manual-de-enfermeria.pdf>
- [17] S. Renina-angiotensina-aldosterona, "Sistema renina-angiotensina-aldosterona," pp. 51–75, 2013. <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=22015307601>
- [18] L. Ortiz, "Principales enfermedades del sistema urinario," pp. 73–76, 2008.

- [19] P. andrea parrado alba. juliana sanchez Botero., “estructuracion e implementacion del pilar me mejora enfocada en tetra pak colombia.,” 2004.
<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/7100/1/tesis152.pdf>

- [20] Y. J. RUIZ, “PROPUESTAS_MEJORA BAJO FILOSOFIA TPM EMPRESA CUMMINS,”2012.
<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2075/1015392665-2010.pdf?sequence=1>

- [21] C. Herramienta, D. E. M. Continuo, and E. N. La, “ESTRUCTURACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORAMIENTO CONTINUO EN LA LÍNEA DE INYECCIÓN DE ALUMINIO FABRICA DE MOTORES Y VENTILADORES SIEMENS S.A,” pp. 1–104, 2013.
<http://www.udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3159125/PROYECTO+DE+GRADO+TPM.pdf>

- [22] I. G. M. DELGADO and C. E. P. ROMERO, “IMPLEMENTACIÓN DEL TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT (TPM) COMO TECNOLOGÍA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE MAQUIAVICOLA LTDA,” 2010.
http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/726/1/PROPUESTAS_MEJORA_BAJO_FILOSOFIA_TPM_EMPRESA_CUMMINS.pdf

- [23] M. I. J. Luis and S. Haro, “ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM),” 2012.
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/mantenimiento-productivo.pdf>

- [24] “Estudio para la instalación de un centro de hemodiálisis en la ciudad de Lima,” *Mendiola Iparraguirre Ana Lucía; Callirgos Santos, Christian Giancarlo*, 2014.
[http://fresno.ulima.edu.pe/sf/sf_bdfde.nsf/OtrosWeb/Ing32Mendiola/\\$file/03-ingenieria32-MENDIOLA.pdf](http://fresno.ulima.edu.pe/sf/sf_bdfde.nsf/OtrosWeb/Ing32Mendiola/$file/03-ingenieria32-MENDIOLA.pdf)

- [25] O. A. DÍAZ, C. PAZ, R. A. D. DE, MEDRANO, and E. A. PÉREZ, ““ SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA TALLERES AUTOMOTRICES DEL SECTOR PÚBLICO ’,” 2013.
<http://ri.ues.edu.sv/4371/1/Sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20mante>

nimiento%20productivo%20total%20para%20talleres%20automotrices%20del%
20sector%20p%C3%BAblico.pdf

13. BIBLIOGRAFÍA

[26] LUGO Jhonatan, LEÓN José, MORENO Juan y Leonardo Andrés. Análisis de las variables Determinantes del proceso de mantenimiento preventivo en las pymes del sector Metalmecánico automotriz en la ciudad de Bogotá. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2010. Disponible en: La biblioteca.

[27] CASTELLANOS ARIAS, José Salvador y VILLALVA HIGUERA, Rafael Eduardo. Propuesta de Mejora para el área de mantenimiento en una empresa del sector transporte. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2010. Disponible en: Postgrados.

[28] HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Armando Alfredo. Propuesta de plan de mantenimiento Preventivo para la flota vehicular de la empresa suramericana de trasportes. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2011. Disponible en: La biblioteca.

[29] LÓPEZ VARELA Edison, GUZMÁN Iván Camilo, BARRERA Jesús Leonardo Y MORA ESPINOSA William Javier. diseño de un modelo óptimo de gestión de mantenimiento y Su auditoria. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2006. Disponible en: La Biblioteca.

[30] ROMERO MARTÍNEZ, Omar y ORGANISTA RODRÍGUEZ, Nelson Yesid. sistema de Evaluación de mantenimiento preventivo de la empresa de servicios integrales de Bogotá. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI 2009. Disponible en: La Biblioteca.